

GUILHERME RODRIGUES LELIS

**ATUALIZAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS:
TREONINA E VALINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2010**

GUILHERME RODRIGUES LELIS

**ATUALIZAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS:
TREONINA E VALINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 13 de Setembro de 2010

Dr. Edwiney Sebastião Cupertino

Prof. Marcelo Dias da Silva

**Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Coorientador)**

**Prof. Paulo Cezar Gomes
(Coorientador)**

**Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)**

A Deus, pela vida e pelo seu olhar cuidadoso e atento em todos os momentos.

Aos meus pais, Paulo e Maria José, por minha formação, pelo amor, apoio em todos os momentos da minha vida e orações.

A Rafaella, pelo amor, pelo carinho e por estar presente na minha vida.

Aos meus irmãos, Adriana e Paulo Henrique, e familiares pela convivência.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pela dedicada orientação, pelos ensinamentos, confiança, amizade e pelos constantes estímulos e principalmente por ter me permitido realizar o curso sob sua orientação.

Ao professor Horacio Santiago Rostagno, que através do seu imenso conhecimento sempre esteve presente com valiosas colaborações e sugestões.

Ao professor Paulo Cezar Gomes, pelos ensinamentos e visão profissional.

Ao professor Marcelo Dias da Silva e ao Dr. Edwiney Sebastião Cupertino, pela colaboração.

A minha família pela felicidade e confiança que sempre tiveram em mim.

Aos amigos Arele, Alfredo, Gonçalo, Thony, Fernando, Wagner, Rodrigo, Valdir, Rodolfo, Carla, Silvano, Anastácia, Claudson, Maurício, Lídson, Eliane, Camila, Mauro Godoi, Éric, Gabriel, Reinaldo, Tatiana, Sandra, pelo feliz convívio, pela ajuda nos momentos difíceis e alegria compartilhada.

Aos bolsistas e estagiários João Paulo, Rosana, Paulo Roberto, pela convivência e pelo apoio.

Aos funcionários da Seção de Avicultura-DZO, em especial, Adriano, Elísio, José Eudes, José Lino, Pedrinho e Sebastião.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Adilson, Celeste, Edson, Fernanda, Márcia, Mário, Raimundo, Rosana, Venâncio, Fernando e Vera pela competência e pelo carinho nos serviços prestados.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram para a conclusão deste curso.

BIOGRAFIA

GUILHERME RODRIGUES LELIS, filho de Paulo Lopes Lelis e Maria José Rodrigues Lelis, nasceu em 21 de Outubro de 1982, em Viçosa – MG.

Em 2001 iniciou o Curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Maio de 2006.

No período de Maio de 2006 a Agosto de 2007, atendeu ao curso de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Monogástricos.

Em Agosto de 2007, iniciou o Programa de Doutorado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do professor Luiz Fernando Teixeira Albino, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Monogástricos.

Em Setembro de 2010, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

SUMÁRIO

	PAG.
ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Importância dos Aminoácidos Industriais	4
2.2. Processo digestivo dos Aminoácidos.....	6
2.3.Utização de Aminoácidos Industriais em Formulação de Dietas e Redução da Proteína Bruta	7
2.3.1. Redução da Proteína Bruta para Poedeiras	11
2.4. Proteína Ideal e o benefício ao Meio-Ambiente.....	13
2.5. Perfil Ideal de Aminoácidos para Poedeiras.....	14
2.6. Exigência de Treonina para Poedeiras.....	16
2.7. Exigência de Valina para Poedeiras.....	20
3. Referências Bibliográficas	23
CAPÍTULO I	
AVALIAÇÃO DE RELAÇÕES TREONINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS COMERCIAIS SEMIPESADAS	
Resumo	32
Abstract	33
Introdução	34
Material e Métodos	35
Resultados e Discussão	40
Conclusão	49

Referências	50
CAPÍTULO II	
AVALIAÇÃO DE RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS COMERCIAIS SEMIPESADAS	
Resumo	54
Abstract	55
Introdução	56
Material e Métodos	57
Resultados e Discussão	62
Conclusão	71
Referências	72
Apêndice	74

ÍNDICE DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

	PÁG
Tabela 1 - Perfil ideal de aminoácidos para poedeiras comerciais.	15

CAPÍTULO I

	PÁG
Tabela 1 - Composição centesimal das dietas experimentais	36
Tabela 2 - Temperaturas ambientais médias, mínima e máxima, registrada dentro do galpão experimental durante o ensaio.....	38
Tabela 3 - Consumo de ração (CR), consumo de treonina (CTreo), produção de ovos (Post) e peso dos ovos (PO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com diferentes relações de treonina/lisina digestível	40
Tabela 4 - Massa de ovo (MO), conversão por dúzia de ovo (CDZ) e conversão por massa de ovo (CMO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com diferentes relações de treonina/lisina digestível	43
Tabela 5 - % Gema, % casca, % albúmen e mudança de peso (MP) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com diferentes relações de treonina/lisina digestível	47
Tabela 6 - Relação ideal de treonina/lisina digestível para produção de ovos, massa de ovo (MO), conversão por dúzia de ovo (CDZ) e conversão	

por massa de ovo (CMO), encontrada utilizando diferentes modelos estatísticos, para poedeiras no período de 42 a 54 semanas de idade

49

CAPÍTULO II

PÁG

Tabela 1 - Composição centesimal das dietas experimentais	58
Tabela 2 - Temperaturas ambientais médias, mínima e máxima, registrada dentro do galpão experimental durante o ensaio.....	60
Tabela 3 – Consumo de ração (CR), consumo de Valina (CVal), produção de ovos (post) e peso dos ovos (PO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com diferentes relações de valina/lisina digestível	62
Tabela 4 – Massa de ovo (MO), conversão por dúzia de ovo (CDZ) e conversão por massa de ovo (CMO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com diferentes relações de valina/lisina digestível	65
Tabela 5 – % Gema, % casca, % albúmen e mudança de peso (MP) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com diferentes relações de valina/lisina digestível	70
Tabela 6 – Relação ideal de valina/lisina digestível para produção de ovos, massa de ovo (MO), conversão por dúzia de ovo (CDZ) e conversão por massa de ovo (CMO), encontrada utilizando diferentes modelos estatísticos, para poedeiras no período de 42 a 54 semanas de idade	71

ÍNDICE DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

	PÁG
Figura 1 - Estrutura química da valina	20

CAPÍTULO I

	PÁG
Figura 1 – Efeito da relação treonina/lisina digestível na ração sobre a produção de ovos de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.....	42
Figura 2 – Efeito da relação treonina/lisina digestível na ração sobre a massa de ovo (g/ave/dia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.....	44
Figura 3 – Efeito da relação treonina/lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar (Kg/dúzia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade	45
Figura 4 - Efeito da relação treonina/lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar (g/g) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade	46

CAPÍTULO II

	PÁG
Figura 1 - Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre o consumo de	

ração (g/ave/dia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.....	63
Figura 2 – Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre produção de ovos de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.....	64
Figura 3 – Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre a massa de ovo (g/ave/dia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.....	66
Figura 4 - Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar (Kg/dúzia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.....	68
Figura 5 - Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar (g/g) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.....	69

RESUMO

LELIS, Guilherme Rodrigues, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2010. **Atualização da proteína ideal para poedeiras semipesadas: treonina e valina.** Orientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino. Coorientador: Horacio Santiago Rostagno e Paulo César Gomes.

Dois experimentos foram realizados no setor de avicultura do departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para atualizar o perfil de proteína ideal para poedeiras semipesadas. No primeiro experimento, o objeto da pesquisa foi avaliar diferentes níveis de treonina digestível para determinar a relação ideal de treonina/lisina digestível em rações para galinhas poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade. Foram utilizadas 270 galinhas poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, durante três períodos experimentais de 28 dias cada, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, nove repetições, cada uma composta de seis aves. Cinco diferentes relações de treonina/lisina digestível foram avaliadas 66 (0,435% Thr dig); 70; 74; 78 e 82%. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos animais e a relação dos aminoácidos, exceto para treonina e lisina. O consumo de ração, peso de ovo, qualidade interna do ovo e ganho de peso não foram influenciados pelas relações de treonina/lisina digestível utilizadas. A produção de ovos, a massa de ovo e a conversão alimentar (Kg/Dz e g/g) apresentaram efeito quadrático pelas diferentes relações utilizadas. Com base nos parâmetros avaliados, a relação treonina/lisina digestível recomendada nas rações de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade é de 72%, que corresponde a 0,478% de treonina digestível ou 460 mg/ave/dia de treonina digestível. No segundo experimento, o objeto foi avaliar os níveis de valina digestível para determinar a relação ideal de valina/lisina digestível em rações para galinhas poedeiras semipesadas no período de 42 a 54

semanas de idade. Foram utilizadas 270 galinhas poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, durante três períodos experimentais de 28 dias cada, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, nove repetições, cada uma composta de seis aves. Cinco diferentes relações de valina/lisina digestível foram avaliadas 84 (0,555% Val dig); 88; 92; 96 e 100%. As dietas atenderam as exigências nutricionais dos animais e a relação dos aminoácidos, exceto para valina e lisina. O peso de ovo, qualidade interna do ovo e ganho de peso não foram influenciados pelas relações de valina/lisina digestível utilizadas. O consumo de ração apresentou efeito linear, enquanto a produção de ovos, a massa de ovo e a conversão alimentar (Kg/Dz e g/g) apresentaram efeito quadrático para as relações utilizadas. A relação valina/lisina digestível ideal, baseada nos parâmetros avaliados, é de 92%, que corresponde a 0,607% de valina digestível ou 567 mg/ave/dia de valina digestível.

ABSTRACT

LELIS, Guilherme Rodrigues, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2010.

Update of the ideal protein for laying hens: threonine and valine. Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-Advisers: Horacio Santiago Rostagno and Paulo César Gomes.

Two experiments were conducted in the poultry sector of the Department of Animal Science, Federal University of Viçosa to update the profile of ideal protein for laying hens. In the first experiment, the object of this study was to evaluate the levels of digestible threonine to determine the ideal ratio of digestible threonine/lysine in rations for laying hens in the period 42-54 weeks of age. Were used 270 laying hens line Dekalb Brown during three experimental periods of 28 days each, in a completely randomized design with five treatments, nine replicates, each consisting of six birds. Five different ratios of threonine / digestible lysine were evaluated 66 (0.435% Thr dig), 70, 74, 78 and 82%. Diets were formulated to meet the nutritional requirements of animals and the relationship of amino acids, except threonine and lysine. Feed intake, egg weight, internal egg quality and weight gain were not influenced by the threonine / digestible lysine ratio used. Egg production, egg mass and feed conversion (kg / Dz and g / g) had quadratic effect for different ratios used. Based on the parameters, the threonine / digestible lysine ratio recommended in diets of laying hens during 42-54 weeks of age is 72%, which corresponds to 0.478% of digestible threonine or 460 mg / bird / day of digestible threonine. The second experiment, the object of the research was to evaluate the levels of digestible valine to determine the ideal ratio of valine/digestible lysine in rations for laying hens in the period 42-54 weeks of age. Were used 270 laying hens line Dekalb Brown during three experimental periods of 28 days each, in a completely randomized design with five treatments, nine replicates, each consisting of

six birds. Five different ratios of valine / digestible lysine were evaluated 84 (0.555% Val dig), 88, 92, 96 and 100%. The diets met the nutritional requirements of animals and the relationship of the amino acids except for valine and lysine. The egg weight, internal egg quality and weight gain were not influenced by the valine /digestible lysine ratio used. Feed intake was affected linearly, while egg production, egg mass and feed conversion (kg/Dz and g/g) had quadratic effect for the ratios used. The ideal valine /digestible lysine ratio, based on the parameters, is 92%, which corresponds to 0.607% of digestible valine or 567 mg / bird / day of digestible valine.

1. INTRODUÇÃO GERAL

No campo da produção animal, o progresso da indústria avícola tem sido de relevada significância. Entre os vários fatores que contribuem para esta finalidade, a nutrição tem desempenhado importante papel, com intensa busca de melhora no aproveitamento dos nutrientes da dieta.

Sendo parte deste progresso, a avicultura de postura, que nos últimos anos, teve desenvolvimento acentuado, aumentando consideravelmente o volume de produção, tendo hoje grande participação no consumo de alimentos pela população de vários países. O aumento na produção gera maior volume de resíduos, principalmente em áreas de maior concentração animal, e o uso de rações com desequilíbrio em nutrientes, além de diminuir a eficiência produtiva e aumentar os custos de produção, agravam os danos causados ao meio ambiente.

Segundo o Relatório Anual da UBA- União Brasileira de Avicultura (2009), a produção estimada de ovos em 2009 foi de 61,6 milhões de caixas, com o plantel estimado de poedeiras comerciais em 78,3 milhões. Em relação ao consumo de ovos por habitante, os níveis se mantiveram praticamente os mesmos entre 2008 e 2009, com média de 120 unidades percapita/ano.

Nos últimos anos, as fontes protéicas utilizadas nas dietas, as quais são as de custos mais expressivos e fonte de discussões no âmbito ambiental devido a excreção de nutrientes em excesso, vêm sendo comumente substituídas pela adição de aminoácidos industriais nas dietas.

O exercício do nutricionista-formulador consiste em ajustar o aporte de nutrientes às necessidades do animal para o seu desenvolvimento, desempenho adequado e bem estar com o menor custo. O uso dos aminoácidos permite uma nutrição mais “precisa”, acertando os mínimos requeridos e também evitando o excesso de nutrientes.

Alguns nutricionistas consideram os aminoácidos como ingredientes-chave. À medida que a produção de proteína (leite, ovo e carne) se torna mais eficiente, buscando melhor qualidade dos produtos, as exigências em aminoácidos dos animais se elevam. O

melhoramento genético, associado com a melhora da conversão alimentar e aumento de produção de ovos, assim como as melhorias de manejo, resultaram no aumento da densidade nutricional em aminoácidos. Em alguns casos, as necessidades só podem ser atendidas com o uso de aminoácidos industriais.

Para a formulação de dietas com base na utilização de aminoácidos industriais, deve-se levar em conta a relação dos aminoácidos com a lisina, considerado aminoácido referência para a formulação das dietas. Assim, o estudo das relações percentuais dos aminoácidos com relação a lisina torna-se fundamental, para que se possa promover adequado aporte nutricional para as aves.

O conceito de proteína ideal foi primeiramente definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína, cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento.

Segundo Penz Jr. (1996), para ser ideal a proteína, não devem possuir aminoácidos em excesso. Assim, os aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e máxima deposição protéica.

A formulação de dietas no conceito de proteína ideal é considerado um dos avanços mais importantes na nutrição animal nos últimos anos. No tocante a este ponto, deve-se acompanhar a evolução das pesquisas experimentais e a campo das formulações com base em proteína ideal, para descobrir-se até que ponto pode ser adicionados aminoácidos industriais nas dietas, ou mesmo quais os aminoácidos possíveis de serem utilizados, tanto nos aspectos produtivos, econômicos e ambientais.

Parsons & Baker (1994) e Cupertino (2006) comentaram que com a aplicação do conceito de proteína ideal é possível amenizar a influência de fatores que afetam as exigências em aminoácidos das aves, como por exemplo a idade, o sexo e a genética. Ainda relatam que a principal vantagem da aplicação do conceito de proteína ideal é que a relação entre os aminoácidos permanece semelhante, independente do potencial genético dos animais, ainda que as exigências sejam diferentes, conforme sexo e idade.

Entre os aminoácidos essenciais para as poedeiras, encontra-se a treonina, exigida para formação da proteína e manutenção do turnover protéico corporal, além de auxiliar na formação do colágeno e elastina e atuar na produção de anticorpos. Baixo conteúdo de treonina é encontrado nos grãos, portanto, dietas à base de grãos podem acarretar deficiência deste aminoácido, recomendando-se, portanto, o fornecimento do aminoácido industrial (Sá, et al., 2007).

Outro aminoácido limitante é a valina, que pode ser considerado como um dos potenciais aminoácidos limitantes para aves, após os quatro principais amplamente conhecidos, que são metionina, lisina, triptofano e treonina (Timmler & Rodehutschord, 2003; Corzo et al. 2004). Essa limitação é particularmente evidente para idades maiores, quando a proteína da dieta diminui e os grãos aumentam. As proporções relativamente baixas de valina e de isoleucina na proteína do milho são acompanhadas por alta leucina (Tuttle & Balloun, 1976).

Quando é feita uma revisão a respeito de trabalhos realizados sobre exigência de treonina e valina ou relação destes com a lisina para poedeiras, percebe-se que o número de pesquisas é inferior quando comparados a trabalhos sobre exigência de lisina. Além disso, Bregendahl et al. (2008), relataram que os resultados encontrados na literatura não são consistentes.

Diante deste contexto, torna-se importante o estudo da relação entre treonina digestível/ lisina digestível e valina digestível/ lisina digestível, em dietas para poedeiras comerciais, de maneira a maximizar o desempenho dos animais e a redução da poluição ambiental e dos custos de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância dos Aminoácidos Industriais

As proteínas são de fundamental importância na alimentação animal, pois fornecem os aminoácidos para síntese de proteína corporal e de compostos nitrogenados com funções fisiológicas definidas, como por exemplo, os neurotransmissores e os hormônios (Lenninger, 1996).

Para as aves poedeiras, as proteínas além de essenciais para o desenvolvimento corporal também participam de forma expressiva da composição dos ovos. Leeson e Summers (2001), descreveram que o ovo contém 12% de proteína bruta, sendo que 42% da gema, 55% do albúmen e 3% da casca são proteínas e que estas moléculas possuem perfil aminoacídico diferente.

Os aminoácidos são as unidades básicas da proteína, nutriente fundamental da alimentação. Eles são encontrados em todos os alimentos, de origem animal ou vegetal, que contenham proteínas. Alguns exemplos de alimentos ricos em aminoácidos são o leite, a carne, o ovo e derivados de soja. As proteínas são formadas pela seqüência dos aminoácidos, como as palavras são constituídas pelas letras do alfabeto.

As aves sintetizam proteínas que contém 20 L-aminoácidos e utilizam aminoácidos livres para realizar uma grande variedade de funções. No entanto, são incapazes de sintetizar nove desses aminoácidos devido à ausência de enzimas específicas. Esses aminoácidos essenciais, também chamados de indispensáveis, são: arginina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Histidina, glicina e prolina podem ser sintetizadas pela ave, mas a uma taxa insuficiente para atender às necessidades metabólicas que algumas situações demandam, além de serem considerados essenciais para aves em crescimento. Os aminoácidos tirosina e cisteína podem ser sintetizados quando os seus precursores, fenilalanina e metionina, estão em níveis adequados.

Os aminoácidos contidos nas proteínas são utilizados pelo organismo animal após a digestão, ou seja, após a cisão da cadeia protéica. Os aminoácidos são utilizados em uma grande variedade de funções no organismo, mas existe uma que predomina sobre as outras: a síntese protéica.

O exercício do nutricionista-formulador consiste em ajustar o aporte de nutrientes às necessidades do animal para o seu desenvolvimento, desempenho adequado e bem estar com o menor custo. O uso dos aminoácidos permite uma nutrição mais “precisa”, acertando os mínimos requeridos e também evitando o excesso de nutrientes. Quando o conteúdo da dieta não é suficiente para suprir as necessidades do animal em um dos aminoácidos, este aminoácido é chamado de *primeiro limitante*. Seguindo a mesma lógica, o nutricionista determinara o segundo, o terceiro, o quarto,... aminoácido limitante.

Geralmente, em dietas convencionais, metionina, lisina, treonina e triptofano estão entre os quatro primeiros aminoácidos limitantes e, por este motivo, são disponibilizados na forma industrial. Com o uso de aminoácidos industriais, é possível se fazer um ajuste fino da dieta, melhor atendendo os requerimentos do animal, evitando o aporte excessivo de aminoácidos (proteína) e viabilizando reduções de custos.

Alguns nutricionistas consideram os aminoácidos como ingredientes-chave. À medida que a produção de proteína (leite, ovo e carne) se torna mais eficiente, buscando uma melhor qualidade dos produtos, as exigências em aminoácidos dos animais se elevam. O melhoramento genético, associado com a redução de conversão alimentar e aumento de produção de ovos, assim como as melhorias de manejo, resultaram no aumento da densidade nutricional em aminoácidos. Em alguns casos, as necessidades só podem ser atendidas com o uso de aminoácidos industriais. A formulação de dietas práticas para aves é um caso clássico, pois utilizando apenas alimentos convencionais, sem a suplementação de fontes de metionina industrial e/ou de seus análogos, não é possível atender às necessidades de metionina destes animais.

Os aminoácidos possuem também contribuição significativa para diminuição dos impactos ao meio ambiente. Em geral, o uso dos aminoácidos industriais disponíveis no mercado, permite reduzir o excesso de proteína das dietas em 2 a 5 pontos percentuais e cada ponto representa 10% a menos de nitrogênio excretado, o que também interfere positivamente nos níveis de amônia no ar, melhorando o ambiente sanitário dos animais (Sindiracões, 2005). Segundo Kerr & Easter (1995), a redução na quantidade de N

excretado foi calculada em 8% para cada ponto percentual reduzido no conteúdo de proteína bruta.

Os aminoácidos industriais podem ajudar na redução de custos das dietas. A adição dos aminoácidos industriais e/ou seus análogos viabiliza a menor inclusão de ingredientes ricos em proteína (farelo de soja) e ricos em energia (óleos e gorduras), substituindo-as por fontes de carboidratos como milho e sorgo. O resultado é a redução dos custos das dietas, as quais representam de 60 a 70% dos custos de produção das aves e suínos (Sindirações, 2005).

2.2. Processo digestivo dos aminoácidos

A digestão protéica em aves inicia-se no proventrículo, onde ocorre secreção de ácido clorídrico e enzimas digestivas que promovem a quebra parcial da molécula protéica. Na moela a ingesta sofre ação mecânica, além de ser misturada com os fluídos secretados pelo proventrículo. No intestino ocorre secreção de diversas enzimas (aminopeptidases, carboxipeptidases e outras peptidases específicas) pelo pâncreas promovendo a disponibilidade de pequenos peptídeos que são absorvidos pelas células da mucosa intestinal através de transporte ativo envolvendo o íon Na^+ , com diferentes sistemas carreadores para os vários grupos de aminoácidos (Leeson e Summers, 2001).

Após a absorção dos aminoácidos, estes são transportados para o fígado principalmente pela veia porta, sendo uma pequena quantidade pela via linfática. No fígado, parte dos aminoácidos é fixada pelas células hepáticas e o restante é liberado na corrente sanguínea formando um pool extracelular de aminoácidos livres. Nos tecidos após absorvidos pelas células, são convertidos em outros metabólitos ou ligam-se a um específico RNAt para ser utilizado na síntese protéica no ribossomo (Rathmacher, 2000).

A excreção de aminoácidos é condicionada primeiramente à sua desaminação, onde o esqueleto carbono originado é reaproveitado e o grupo amino usado na síntese do ácido úrico que é retirado da corrente sanguínea e secretado via urina nos túbulos renais (Leeson e Summers, 2001).

2.3. Utilização de Aminoácidos Industriais em Formulação de Dietas e Redução da Proteína Bruta

O conceito de proteína ideal foi primeiramente definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína, cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento.

De acordo com Parsons & Baker (1994) proteína ideal é uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capazes de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, para favorecer a deposição protéica com máxima eficiência. Segundo Penz Jr. (1996), para ser ideal a proteína ou a combinação, não devem possuir aminoácidos em excesso. Assim, os aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e máxima desempenho animal. A partir deste conceito foi possível estudar a síntese de proteína dos diferentes tecidos e também avaliar a mudança de proporção dos aminoácidos, de acordo com o crescimento animal.

O suprimento das necessidades protéicas de poedeiras teve como base, durante muitos anos, as formulações com base na proteína bruta (PB) ou aminoácidos totais dos ingredientes. Considerando que a composição e a digestibilidade dos aminoácidos das diferentes fontes protéicas utilizadas na alimentação de aves são variáveis, a formulação de dietas com base no conceito de proteína bruta tem se apresentado como uma prática inadequada (Schutte, 1999). Dessa forma, o estabelecimento das exigências nutricionais dos animais com base em aminoácidos digestíveis torna-se prática necessária para a obtenção de um suprimento aminoacídico mais adequado (Conhalato et al., 1999; Barboza et al., 2000; Martinez et al., 2002), proporcionando melhor desempenho às aves.

Rostagno et al. (1995), trabalhando com frangos de corte, demonstraram que, quando alimentados com aminoácidos digestíveis, às aves apresentaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar, podendo proporcionar benefícios econômicos em relação às dietas formuladas à base de aminoácidos totais. Entre os diversos nutrientes presentes na dieta das aves, a proteína hoje é um dos que merece mais atenção, pois possui elevado custo e é fundamental no desempenho dos animais. Segundo Schimidt (2006), a proteína dietética influencia no desempenho dos animais, e sua eficiência de

utilização é dependente da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos, sendo estes exigidos em níveis específicos pelas aves. Sendo assim, o desequilíbrio dos aminoácidos pode reduzir a eficiência de utilização da proteína dietética, além de provocar a diminuição do consumo voluntário (Pack, 1995; Rodrigueiro, 2000; e Schimidt, 2006).

Segundo Dionízio et al. (2005), o metabolismo do excesso de aminoácidos circulantes pode conduzir a maior gasto de energia para excretar estes aminoácidos, além de promover incremento calórico desnecessário, comprometendo o desempenho dos animais. Em condições de alta temperatura, uma vez que a ingestão de proteína em excesso aumenta a carga de calor corporal a ser dissipado, dificultado pelo menor gradiente térmico entre o animal e o ambiente. Schutte (1999), afirmou que as dietas ajustadas para o máximo desempenho com base na proteína bruta acabam contendo excesso de aminoácidos que poderiam estar prejudicando o desempenho das aves devido ao desequilíbrio. Tal gasto adicional de energia para a excreção do nitrogênio em excesso na forma de ácido úrico, além de poder resultar em fezes aquosas, causa problemas posteriores de manejo. Além disso, todo o nitrogênio excretado pode resultar em graves problemas ambientais, em virtude da poluição causada pelos seus altos níveis eliminados.

Além do excesso, a deficiência de aminoácidos também é prejudicial. Klasing (1998) e Cupertino (2006) afirmou que a deficiência resulta em catabolismo da proteína muscular corporal. Schimidt (2006) ainda confirma que no tocante a poedeiras, em fase de produção, o problema se torna ainda mais agravante, em função da grande demanda de proteínas para a síntese do ovo.

Com o surgimento dos aminoácidos sintéticos no mercado, em escala comercial e a preços compatíveis com os produtos comumente usados na alimentação animal, tem sido possível atualmente a formulação de dietas mais próximas da exigência do animal, resultando em melhor aproveitamento da dieta, redução de custos de produção e menor produção de resíduos potencialmente poluidores ao meio ambiente. Utilizando aminoácidos industriais pode-se estabelecer a relação ideal entre os aminoácidos, resultando na formação do conceito de proteína ideal, que possibilita redução dos níveis protéicos da ração, sem afetar o aporte de aminoácidos necessários à exigência do animal.

Portanto, a dieta deve ser formulada de forma a garantir um aporte suficiente dos aminoácidos essenciais, assegurando-se também um nível mínimo de proteína bruta

para fornecer um pool de nitrogênio necessário para a síntese endógena dos aminoácidos não-essenciais.

Com isso, um dos avanços mais importantes na nutrição animal nos últimos anos foi a proposta do conceito de proteína ideal, que pode ser definida como uma mistura ou balanço exato de aminoácidos essenciais e o suprimento adequado de aminoácidos não-essenciais, com total disponibilidade de digestão e de metabolismo, capaz de atender sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos necessários para a manutenção animal e máxima deposição protéica (Parsons & Baker, 1994, e Albino, 2007), expressando-os como porcentagem da lisina (Han & Baker, 1994; Zaviezo, 1998; Martinez et al., 2002).

De fato, suprir as exigências em um aminoácido limitante somente através de ingredientes ricos em proteína, o alto teor protéico da dieta traz um excesso de aminoácidos e assim gera um excedente de nitrogênio que é excretado no ambiente. Como a utilização dos aminoácidos industriais possibilita-se ajustar o suprimento fino em aminoácido limitante, isto reduz o aporte excessivo de proteína a excreção excessiva de nitrogênio. Além disso, a proteína é o componente de maior custo da dieta, tendo assim a maior representatividade no desempenho animal e no custo do produto final (Firman & Boling, 1998). As formas industriais dos principais aminoácidos limitantes estão comercialmente disponíveis a preços que a cada ano os tornam mais competitivos em relação aos custos dos aminoácidos presentes nos alimentos.

Parsons & Baker (1994) e Cupertino (2006) comentaram que com a aplicação do conceito de proteína ideal é possível amenizar a influência de fatores que afetam as exigências em aminoácidos das aves, como por exemplo a idade, o sexo e a genética, sendo portanto praticamente impossível determinar individualmente as exigências para cada aminoácido via utilização de experimentos empíricos. Ainda relatam que a principal vantagem da aplicação do conceito de proteína ideal é que a relação entre os aminoácidos permanece idêntica, independente do potencial genético dos animais, ainda que as exigências sejam diferentes, conforme sexo e idade.

Segundo Baker et al. (2002), muitos fatores podem influenciar a exigência aminoacídica das aves, dentre eles o estágio de crescimento, fatores dietéticos (nível protéico, nível energético e presença de inibidores de proteases ou outros fatores anti-nutricionais), fatores ambientais (doenças, lotação, espaço de comedouro, calor ou frio) e fatores genéticos (sexo, capacidade de deposição de tecido magro ou de gordura).

Os nutricionistas de suínos foram os primeiros a expressar as exigências de aminoácidos em relação a lisina, para diferentes categorias animais. Embora as necessidades em aminoácidos variam de acordo com as características mencionadas acima, a relação dos diversos aminoácidos com a lisina permanece similar. O benefício em se formular com relação a lisina refere-se em que uma vez em que a relação esteja estabelecida para determinada idade, pode-se calcular com mais eficácia a exigência de lisina para a referida idade, e após isso calcular-se as exigências de todos os outros aminoácidos de acordo com a relação ideal entre eles.

Segundo Pack (1996a) a lisina é utilizada como aminoácido de referência, embora seja o segundo limitante depois da metionina em dietas de frango de corte ou poedeiras. A lisina é utilizada como aminoácido de referência por possuir as seguintes características:

- Assim como a treonina, é um aminoácido estritamente essencial, não havendo nenhuma via de síntese endógena;
- Possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal;
- A sua análise laboratorial para a determinação dos seus níveis nos ingredientes, rações e tecidos é precisa;
- O conhecimento da sua exigência para todas as fases de produção animal encontra-se disponível;
- A sua suplementação é economicamente viável nas dietas de aves e suínos;
- Encontra-se disponível economicamente em forma cristalina para ser utilizada nas rações dos animais.

De acordo com Baker & Han, 1994; Costa et al. 2001; Lemme, 2003; Valério, 2003, a utilização da lisina como aminoácido referência para formulações de dietas que se baseiam no conceito de proteína ideal deve-se, principalmente, à simplicidade de sua determinação analítica e ao seu uso, nos processos fisiológicos, predominantemente para a síntese protéica, ao passo que alguns aminoácidos podem ser empregados com outros propósitos metabólicos. Além disso, a lisina não participa de interações metabólicas com outros aminoácidos (Amarante Júnior et al., 2005). Adicionalmente, Han & Baker (1994) afirmaram que a relação entre a lisina e os outros aminoácidos essenciais permanecem, em grande parte, inalteradas, apesar de uma série de fatores dietéticos, genéticos e ambientais poderem afetar as exigências dos aminoácidos.

Han & Baker (1994) ainda afirmaram que as análises para determinação dos níveis de lisina nos alimentos são mais simples em comparação aos aminoácidos sulfurosos e ao triptofano. Todos esses fatores fazem com que a lisina seja considerada o aminoácido referência para a aplicação do conceito de proteína ideal. Segundo Chung & Baker (1992), uma vez que a exigência de lisina esteja estabelecida, as exigências de outros aminoácidos podem ser facilmente calculadas, tendo sido dessa forma a exigência de lisina para aves largamente estudada.

Considerações ambientais têm gerado fortes tendências na nutrição de aves de postura, no tocante a redução da proteína dietética e minimização da eliminação de nitrogênio via excretas. Em uma formulação prática, o déficit dos primeiros aminoácidos limitantes pode ser compensado através do suprimento destes aminoácidos em sua forma purificada. Isto se aplica normalmente a metionina, lisina e, mais recentemente, ao triptofano. Porém, a redução progressiva do nível protéico da dieta pode levar a uma situação onde outros aminoácidos, que normalmente não seriam limitantes em dietas com níveis protéicos comumente utilizados, acabem se tornando limitantes ao desempenho das aves (Peganova & Eder, 2002). Referem-se a estes aminoácidos a treonina, a isoleucina e a valina.

As exigências em aminoácidos devem ser cuidadosamente estimadas, pois há a possibilidade de ocorrer certos antagonismos entre aminoácidos, principalmente se o aminoácido antagônico estiver em excesso. Por exemplo, a leucina possui antagonismo com a isoleucina e a valina, pois os três aminoácidos possuem uma cadeia longa, ramificada e similar, competindo pelo mesmo sistema de transporte através das membranas celulares e usando os mesmos complexos enzimáticos para degradação (Peganova & Eder, 2003). Além disso, estes mesmos aminoácidos competem com o triptofano pelo transporte através da barreira hemato-encefálica, afetando a produção de serotonina, que é um neuro-transmissor, com função atuante principalmente sobre o comportamento do consumo dos animais (Blundell & Latham, 1978; Tackman et al., 1990; Mullen & Martin, 1992; Peganova e Eder, 2003).

2.3.1. Redução da Proteína Bruta para Poedeiras

Diversas pesquisas mostram a influência do nível protéico e de aminoácidos sobre o desempenho de poedeiras comerciais. Segundo Plavinik (2003), uma dieta de

baixa proteína bruta com aminoácidos críticos balanceados é melhor que uma dieta de alta proteína bruta durante períodos quentes. A oxidação do excesso protéico ou de aminoácidos gera calor metabólico.

Harms & Hussel (1993) comparando o desempenho de poedeiras leves Hy-line W-36 às 28 semanas de idade submetidas a dietas com 17,6% de PB ao de poedeiras alimentadas com dietas de 14,8% de PB com e sem a suplementação de aminoácidos, perceberam queda acentuada na produção, peso e massa de ovo, além de significativa redução no peso corporal das aves submetidas às dietas com menor nível protéico e sem suplementação de aminoácidos. No entanto, quando a dieta que continha o menor nível protéico foi suplementada com os aminoácidos que se tornaram limitantes (Lisina, metionina, treonina, triptofano, arginina e valina), não ocorreram diferenças significativas no desempenho, quando comparadas à dieta com maior nível protéico. Estes mesmos pesquisadores repetiram a experiência com poedeiras de 42 semanas de idade e puderam confirmar que a redução protéica sem a suplementação de aminoácidos afetava o desempenho das aves e que suplementado o menor nível protéico com os aminoácidos limitantes as aves recuperavam o desempenho.

Silva et al. (2003) compararam o efeito de dois níveis de proteína bruta (15,2% e 14%) sobre o desempenho de poedeiras leves Lohmann LSL no período de 26 a 42 semanas de idade, associado ou não a suplementação de lisina e metionina+cistina, com dieta padrão a base de milho e farelo de soja que continha 16,5% de proteína bruta e perceberam queda de desempenho quando as aves foram alimentadas com as dietas contendo os menores níveis protéicos sem a suplementação dos aminoácidos. Porém quando as dietas testadas foram suplementadas com lisina e metionina+cistina houve recuperação do desempenho das aves alimentadas com a dieta que continha 15,2% de proteína bruta. Sendo assim, os autores concluíram que a redução da proteína bruta da ração de 16,3% para 15,2% com o atendimento das exigências em lisina e metionina+cistina não afetou significativamente o desempenho de poedeiras comerciais.

Summers (1993) avaliando o desempenho de poedeiras leves de 18 a 56 semanas de idade submetidas à dietas com alto nível de PB (17%) e baixo nível de PB (13% + aminoácidos) não detectou redução na produção de ovos, embora tenha ocorrido redução significativa no peso dos ovos e no peso corporal.

2.4. Proteína Ideal e o benefício ao Meio-Ambiente

A produção animal moderna, principalmente na Europa, vem sofrendo pressões crescentes no seu efeito ao meio ambiente. No ano de 2000 a Comunidade Européia implementou o Conselho Diretivo 96/61/EC, que regulamentou o controle integrado de prevenção e controle da poluição ambiental. A partir deste conselho, as grandes integrações de aves e suínos só podem emitir poluentes na água e no solo, incluindo nitratos, e no ar, principalmente amônia, dentro de um limite máximo. Com isto, quanto menor a emissão de nutrientes não digeridos pelos animais, mais animais por m² poderão ser alojados. No Brasil, por ser um país de amplo território, esta preocupação ainda não chega a estes níveis, mas já existem regiões de alta densidade de produção de aves e suínos, como o Oeste do estado de Santa Catarina, onde a densidade de poluentes produzidos chega ao nível Europeu (Duarte, 2009).

A poluição ambiental provocada pelo excesso de nutrientes lançados no meio ambiente pelas excretas de animais tem sido destaque em muitas pesquisas envolvendo a nutrição e a produção animal. Entre os nutrientes excretados pelos animais, o nitrogênio (N) possui elevado potencial poluidor, pois, quando lançado em excesso no meio ambiente, pode contaminar o ar, o solo e a água dos lençóis freáticos, ocasionando problemas de toxidez por nitrato, assim como a eutrofização de mananciais. Assim, é prudente considerar o efeito do teor protéico das rações sobre a excreção de N pelos animais.

Em conjunto com genética, melhor manejo e melhor ambiente, a nutrição pode ajudar a otimizar a retenção de nitrogênio corporal e conseqüentemente diminuir a sua excreção. O melhor manejo alimentar inclui: formular as dietas na base aminoácidos digestíveis, o que irá diminuir a excreção de nitrogênio, devido a maior digestibilidade da dieta; reduzir os níveis protéicos das dietas até o seu limite técnico, formulando dietas com o conceito da proteína ideal e estabelecer programas multi-fásicos, visando ajustar as dietas o mais próximo possível do requerimento animal, minimizando os excessos de nitrogênio e conseqüentemente a sua excreção para o ambiente.

De acordo com Patterson & Adrizal (2005), apenas 51,1% do N ingerido pelas aves fica retido na carcaça, enquanto, do total excretado, 30,6% fica retido na cama e 18,3% é volatilizado na forma de amônia.

Leclercq (1998) demonstrou que 30% da proteína bruta ingerida pelo frango é

excretada, em rações com 23 e 21% de proteína bruta, para idades de 1-3 e 3-6 semanas respectivamente. Trabalhos europeus demonstraram que a formulação de dietas de suínos com proteína baixa, mantendo o perfil ideal de aminoácidos, pode reduzir a excreção de nitrogênio em 25% a 50% e a emissão de amônia nas instalações e meio-ambiente em 50%. Também causa a redução da ingestão de água em 10 a 30% e da excreção de urina na mesma proporção, diminuindo, conseqüentemente, o volume de poluentes emitidos para o ambiente.

Avaliando a excreção de nitrogênio de poedeiras leves às 24 semanas de idade submetidas à dietas com alto nível de PB (17%) e baixo nível de PB (13% + aminoácidos), Summers (1993) percebeu que houve redução aproximada de 40% na excreção de nitrogênio pelas aves que consumiram a dieta com menor nível protéico (13% PB). Sendo assim, concluiu que embora ocorra uma pequena perda de massa de ovo com o menor nível protéico, esta perda pode ser recompensada pelos benefícios ao ambiente.

Rizzo et al. (2004) testaram a influência de quatro níveis protéicos (12%, 14%, 16% e 18%) sobre o desempenho e excreção de nitrogênio de aves poedeiras leves (Hisex White) no período de 51 a 56 semanas de idade e concluíram que as poedeiras aproveitaram mais eficientemente o nitrogênio da dieta e excretam menos para o ambiente quando alimentadas com níveis mais baixos deste nutriente e que dietas com 14% de proteína bruta suportam satisfatoriamente o desempenho das aves.

2.5. Perfil ideal de aminoácidos para poedeiras

Como vários fatores podem afetar as exigências de aminoácidos, as exigências determinadas em condições experimentais podem não ser susceptíveis de ser aplicadas em condições de campo. Uma solução para a obtenção de valores de confiança nas exigências de aminoácidos não é, portanto, usar o valor absoluto das recomendações de cada aminoácido, mas sim usar o perfil ideal dos aminoácidos para formular as dietas para galinhas poedeiras.

O perfil ideal de aminoácidos emprega o conceito de que, enquanto o valor absoluto das exigências de aminoácidos pode mudar drasticamente devido a fatores genéticos ou ambientais, as relações entre os aminoácidos são apenas ligeiramente

afetados. Assim, uma vez que o perfil ideal dos aminoácidos tenha sido determinado, a exigência de um único aminoácido (por exemplo, lisina) pode ser determinada experimentalmente ou modelado para uma situação de campo e a exigência de todos os outros aminoácidos calculada em relação ao aminoácido pesquisado. Esta abordagem já tem sido adotada com sucesso pela indústria de suínos (NRC, 1998) e também na formulação de dietas para frangos de corte (Mack et al., 1999; Baker, 2003; Dari et al., 2005).

As recomendações do perfil ideal de aminoácidos para poedeiras comerciais de algumas instituições de pesquisa são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Perfil ideal de aminoácidos para poedeiras comerciais.

Aminoácido	NRC (1994) ²	CVB (1996) ³	Coon and Zhang (1999) ⁴	Leeson and Summers (2005) ⁵	Rostagno (2005) ⁶	Bregendahl et al. (2008) ⁷
Lisina	100	100	100	100	100	100
Arginina	101	---	130	103	100	---
Isoleucina	94	79	86	79	83	79
Metionina	43	50	49	51	50	47
Met + cis	84	93	81	88	91	94
Treonina	68	66	73	80	66	77
Triptofano	23	19	20	21	23	22
Valina	101	86	102	89	90	93

¹ Exigências de aminoácidos, expresso em porcentagens da exigência ou recomendação de lisina

² Calculado a partir da exigência total de aminoácidos.

³ Calculado a partir de recomendações de aminoácidos digestíveis.

⁴ Com base em exigências de aminoácidos digestíveis.

⁵ Calculado a partir de recomendações de aminoácidos totais de 32 a 45 semana de idade de galinhas poedeiras.

⁶ Com base em exigências de aminoácido digestível.

⁷ Baseado em exigências de aminoácidos digestíveis para máxima massa de ovos em 28 a 34 semanas de idade galinhas poedeiras.

2.6. Exigência de Treonina para Poedeiras

A treonina foi descoberta em 1935 por W.C. Rose. Logo após a sua descoberta, a treonina, foi considerada um aminoácido essencial para frangos de corte (Hegsted, 1944). Após pesquisas iniciadas sobre fornecimento de treonina para aves domésticas, nos anos de 1980 e 90, deu origem a numerosos estudos sobre a avaliação da necessidade de treonina, a eficácia de treonina em dietas de baixa proteína e vias enzimáticas responsáveis pelo catabolismo da treonina.

A treonina é um aminoácido essencial para aves, sendo encontrada em altas concentrações no coração, nos músculos, no esqueleto e sistema nervoso central. É exigido para formação da proteína e manutenção do turnover protéico corporal, além de auxiliar na formação do colágeno e elastina e atuar na produção de anticorpos. Baixo conteúdo de treonina é encontrado nos grãos, portanto, dietas à base de graníferos podem acarretar deficiência deste aminoácido, recomendando-se, portanto, o fornecimento do aminoácido sintético (Sá, et al., 2007).

O metabolismo dos aminoácidos envolve: 1) síntese e degradação de proteína, 2) incorporação de nitrogênio de aminoácidos em ácido úrico, 3) conversão de esqueletos de carbono de aminoácidos em glicose, gordura, energia ou CO_2 e H_2O , e 4) a formação de derivados não protéicos. A treonina participa da síntese de proteínas, e seu catabolismo gera muitos produtos importantes no metabolismo (ou seja, glicina, acetil - CoA, e piruvato). As aves não são capazes de sintetizar treonina, sendo assim, um aminoácido nutricionalmente essencial. A treonina (2-amino-3-hidroxi-butirato, $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_3$) tem um peso molecular de 119,12 e contém 11,76% de nitrogênio.

A treonina, ao contrário da maioria dos aminoácidos ácidos, não é transaminada, os animais não utilizam seu D-isômero e o α -ceto-ácido. As aves podem utilizar apenas a L-treonina. O catabolismo da L-treonina resulta em muitos produtos glicogênicos porque produz piruvato e propionato (kidd & Kerr, 1996).

Além de exigência de treonina para alcançar bom desempenho em aves, a treonina é componente principal de mucinas intestinais e secreções digestivas. Sugere-se que a exigência de treonina aumente quando o metabolismo intestinal é perturbado pelo aumento da atividade microbiana. Assim, menos treonina estaria disponível para o crescimento e diminuiria o desempenho (Lensing et al. 2007)

Formular dietas para poedeiras, de custo mínimo, que atendam às exigências de treonina torna-se essencial para expressar o máximo potencial genético das aves e

diminuir o desbalanço entre os aminoácidos, uma vez que deficiência de treonina pode diminuir a eficiência de utilização de metionina + cistina e de lisina, primeiro e segundo aminoácidos limitantes, respectivamente, nas dietas das aves. (Atencio et al, 2004). Conforme descrito por Nogueira (2006), com o uso da treonina ocorre a otimização da utilização de metionina e de lisina da dieta e, portanto, maior deposição de proteína, produção de ovos e melhoria no desempenho das aves. Além disso, confere maior flexibilidade de níveis dietéticos de proteína, possibilitando minimizar o consumo de proteína em excesso e a excreção de nitrogênio, sem impactos sobre o desempenho. Nogueira (2006) comenta ainda que a deficiência de treonina prejudica o crescimento e a eficiência alimentar. A treonina, além de importante para melhor utilização da lisina, está diretamente relacionada à manutenção de sistemas corporais vitais, e a outros papéis metabólicos significativos, pois está envolvida especialmente nos processos de manutenção, como renovação do muco intestinal e síntese de proteínas do sistema imune.

O muco é composto principalmente de água (95%) e mucinas (5%). As mucinas são glicoproteínas de alto peso molecular, especialmente ricas em treonina. A treonina é o aminoácido em maior concentração na mucina (presente na mucosa intestinal) e nos anticorpos (Nogueira, 2006), e sua deficiência pode comprometer o funcionamento do sistema digestivo e imunológico, além de reduzir sua disponibilidade para a síntese de proteína muscular (Ajinomoto, 2007). Devido a isso, as perdas endógenas são mais ricas em treonina do que em lisina e metionina.

A treonina atua na digestão e na proteção da barreira intestinal, e isto sugere uma exigência específica de treonina para estas funções (Nogueira, 2006). Segundo Grala et al (1998), as glicoproteínas presentes no muco intestinal possuem grande quantidade de treonina, e em situações onde exige-se maior produção da mucina (dietas com alto teor de fibra, infecções, doenças), a sua exigência aumenta. Devido à baixa digestibilidade das mucinas, os aminoácidos que as constituem não podem ser reabsorvidos. Segundo Lien et al. (1997), as mucinas contribuem com aproximadamente 30% da treonina nas perdas endógenas.

Atualmente existem várias instituições relacionadas a pesquisa no mundo que realizam experimentos para a determinação de exigências nutricionais de aves, entretanto em função das diferenças em metodologia, variedade genética e ambiência é possível observar valores conflitantes de exigência na literatura.

Quando se observa a quantidade de trabalhos publicados relacionados a lisina, podemos perceber que existem poucos trabalhos na literatura sobre a exigência de treonina ou relação treonina/lisina para poedeiras.

O National Research Council (1971) sugeriu o consumo diário de 400 mg de treonina como a exigência de galinhas poedeiras. As exigências foram posteriormente aumentadas para 440 mg (NRC, 1977), e na edição seguinte a exigência foi de 500 mg (NRC, 1984). Em sua última edição, a exigência foi reduzida para 470 mg para poedeiras leves e 520 mg para poedeiras semipesadas, com uma relação treonina/lisina de 68% para as duas variedades (NRC, 1994).

As tabelas brasileiras (Rostagno et al., 2005) apontam como exigências 608mg de treonina total, sendo 525mg de treonina digestível para poedeiras leves, e 623mg para semi-pesadas, sendo 538mg de treonina digestível, ambas em pico de postura. A relação treonina:lisina é estimada em 68% de treonina total e 66% de treonina digestível, tanto para matrizes leves como para as semi-pesadas.

Valério et al. (2000) constataram como exigências nutricionais, tanto para poedeiras leves ou semi-pesadas, o nível de 0,51% de treonina, ou a relação treonina/lisina de 69%, correspondendo a 515mg/ave/dia, para atender ao máximo desempenho, e 535mg/ave/dia para se atingir a melhor qualidade interna do ovo de poedeiras de 21-36 semanas de idade. De acordo com Cupertino (2006), trabalhando com aves de 54 a 70 semanas de idade, a exigência de treonina digestível para poedeiras leves é 0,447%, correspondendo a um consumo diário de 488mg/ave/dia, com uma relação treonina:lisina digestível igual a 68%. Já para poedeiras semi-pesadas, a exigência de treonina digestível foi de 0,468%, correspondendo a um consumo diário de 509 mg/ave/dia e uma relação treonina:lisina digestível de 71%.

Segundo Schimidt (2006), as exigências para poedeiras brancas são de 0,469%, com consumo de 459mg por ave/dia, e para poedeiras marrons são de 0,467%, com consumo de 462mg por ave/dia, que corresponde a relação treonina/lisina de 72% para ambas as linhagens de poedeiras em segundo ciclo de produção.

Com o objetivo de estabelecer a exigência nutricional de treonina digestível para poedeiras leves e semipesadas no período de 34 a 50 semanas de idade, Sá et al. (2007) submeteram as aves a uma dieta basal contendo 2.850 kcal EM/kg, 14.0% PB, suplementada com L-Treonina de modo a proporcionar 0,410; 0,445; 0,480; 0,515 e 0,550% de treonina digestível nas rações. Segundo os autores a exigência de treonina digestível, estimada pelo modelo quadrático, para as poedeiras leves e semipesadas foi

de 0,510 e 0,517% na dieta, que corresponde ao consumo diário por ave de 583 e 575 mg treonina/dia, respectivamente. A relação ideal de treonina:lisina digestível encontrada para as aves leves e semipesadas, em função das exigências estimadas, foi de 70%.

Avaliando os níveis de treonina digestível (0,475 a 0,657%) e a sua relação com a lisina digestível para poedeiras leves comerciais, Rocha et al. (2009a) utilizaram poedeiras de 24 a 40 semanas de idade e concluíram que a exigência de treonina digestível estimada para o período foi de 0,570 % correspondendo ao consumo de 0,523 mg/ave/dia e relação treonina/lisina digestível de 78 %.

Ishibashi et al. (1998), trabalhando com poedeiras de 29 a 39 semanas de idade encontraram através do modelo estatístico broken-line para os parâmetros de massa de ovos e eficiência alimentar a exigência de treonina de 0,425 e 0,428% ou 453 e 456 mg/ave/dia, respectivamente.

Matos et al. (2009), avaliaram a qualidade dos ovos de poedeiras Lohman LSL entre 25 a 44 semanas de idade, alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de lisina digestível (0,700; 0,800 e 0,900%), combinadas com os de treonina digestível (0,500; 0,550 e 0,600%); e recomendaram para as variáveis porcentagem de gema, albúmem e casca 700 mg de lisina digestível e 500 mg de treonina digestível na ração, o que proporciona a relação treonina/lisina digestível de 71,4%.

Rocha et al. (2009b) utilizaram poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade, para determinar a exigência de treonina digestível e a sua relação com a lisina digestível. De acordo com os autores a exigência de treonina digestível foi de 0,475%, o que corresponde à relação de treonina/lisina digestível de 65%.

Coon and Zhang (1999), recomendaram exigência diária de 495 mg de treonina digestível. Em dois experimentos realizados, encontraram a exigência de treonina de 11,1 e 8,43 mg/g de massa de ovo, com média dos dois experimentos de 9,77 mg de treonina por gramas de massa de ovo, correspondendo a uma relação de treonina/lisina digestível de 73%.

Faria et al. (2002), avaliaram a exigência de treonina para poedeiras Hy-Line W36 com 31 e 48 semanas de idade, e concluíram segundo o modelo estatístico Broken-Line que a exigência de treonina foi de 439,0 e 426,1 mg/ave/dia para o período de 31 semanas de idade; e 393,9 e 447,1 mg/ave/dia para o período de 48 semanas de idade para os parâmetros de produção de ovos e massa de ovo, respectivamente.

Trabalhando com poedeiras Hy-Line w-36, de 28 a 36 semanas de idade, Bregendahl et al. (2008) utilizando como parâmetro a massa de ovo, concluíram através do modelo estatístico Broken-Line que o aporte diário de treonina digestível necessário foi de 414 mg/ave/dia, e a relação de treonina/lisina digestível de 77%. Este resultado é semelhante a relação treonina/lisina de 76% encontrado por Jais et al. (1995).

Leeson and Summers (2005), recomendam a relação de 80% de treonina/lisina, enquanto que o CVB (1996), sugerem a relação treonina/lisina inferior, de 66%.

2.7. Exigência de Valina para Poedeiras

Considerado um aminoácido alifático, a valina (Figura 1) é similar à leucina e à isoleucina em estrutura e função. Estes aminoácidos são muito hidrofóbicos e se encontram quase sempre no interior das proteínas. Farinha de soja, pescados e carnes, são fontes importantes de valina. Ela se incorpora às proteínas e às enzimas em um índice molar de 6,9% quando se compara com os outros aminoácidos (Duarte, 2009).

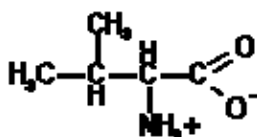


Figura1. Estrutura química da valina

A valina pode ser considerada como um dos potenciais aminoácidos limitantes para aves, após os quatro principais amplamente conhecidos, que são metionina, lisina, triptofano e treonina (Timmler & Rodehutschord, 2003; Corzo et al. 2004).

Essa limitação é particularmente evidente para aves com idades maiores, quando a proteína da dieta diminui e os grãos aumentam. As proporções relativamente baixas de valina e isoleucina na proteína do milho são acompanhadas por alta leucina. Dietas com altos níveis de leucina têm aumentado os requerimentos de valina e isoleucina para frangos de corte e perus (D'Mello & Lewis, 1970; Allen & Baker, 1972; Tuttle & Balloun, 1976).

Segundo Harper (1984), o excesso de isoleucina na dieta pode provocar efeito depressor no desempenho de aves, devido aos antagonismos entre este e outros dois

aminoácidos de cadeia ramificada, valina e leucina. Os três aminoácidos semelhantes estruturalmente de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) compartilham sistemas comuns de transporte através das membranas celulares e utilizam as mesmas enzimas de degradação.

Evitar o excesso de aminoácidos quando formula-se dietas para poedeiras, além de melhorar o desempenho das aves, diminui os níveis de excreção de nitrogênio e conseqüentemente a poluição ambiental.

Quando é feita uma revisão a respeito de trabalhos realizados sobre exigência de valina ou relação valina/lisina para poedeiras, percebe-se que o número de pesquisas é consideravelmente inferior quando comparados a trabalhos sobre exigência de lisina.

Em 1971, o National Research Council (NRC, 1971) não recomendaram a exigência diária de valina para galinhas poedeiras comerciais. No entanto, o NRC (1977) estimou a exigência de valina de 550 mg/ave/dia, e posteriormente, na edição seguinte o NRC (1984), sugeriu como exigência diária de valina para poedeiras o valor de 600 mg.

Já o NRC (1994) indicou a exigência diária de valina total para poedeiras leves e semi-pesadas de 700 mg/dia, ou a relação de valina/lisina de 101%. Harms & Russel (2001) constataram a exigência de 592 mg, 677 mg e 619 mg por dia para produção de ovos, peso do ovo e conteúdo do ovo, respectivamente; quando trabalharam com poedeiras Hy-Line W36 no período de 41 a 47 semanas de idade.

Harms and Ivey (1993) relataram melhora no desempenho de galinhas poedeiras comerciais quando foi adicionada valina às dietas a base de milho e farelo de soja contendo metionina, lisina, treonina, arginina e treonina suplementar. Segundo os autores, as aves tiveram ingestão diária de 619 mg de valina e as aves que receberam a dieta sem valina suplementar, no período de 31-34 semanas de idade, consumiram 537 mg de valina.

As tabelas brasileiras (Rostagno et al. 2005) recomendam para poedeiras leves 0,654 mg/dia de valina digestível, sendo 0,735 de valina total/dia, com peso em torno de 1,600kg. Já para poedeiras semi-pesadas, é recomendado o nível de 0,675mg/dia de valina digestível, e 0,759 de valina total/dia, com peso em torno de 1,800kg. Rostagno et al (2005) também recomenda a relação valina/lisina digestível de 90% para ambas as variedades.

Jais et al. (1995) trabalhando com poedeiras comerciais, encontraram como melhor relação valina/lisina de 64%. No entanto, CVB (1996), concluíram que a relação valina/lisina digestível é de 86%.

Lesson and Summers (2005), trabalhando com poedeiras comerciais no período de 32 a 45 semanas de idade, recomendaram a relação valina/lisina total de 89%. Coon & Zhang (1999), quando trabalharam com poedeiras Hyline W-36 durante o período de 33 a 39 semanas de idade recomendaram a relação valina/lisina digestível de 102%.

Bregendahl et al. (2008) trabalhando com poedeiras Hy-Line w-36, de 28 a 36 semanas de idade, e utilizando como parâmetro a massa de ovo, concluíram usando o modelo estatístico Broken-Line que o aporte diário de valina digestível necessário foi de 501 mg/ave/dia, e a relação de valina/lisina digestível de 93%.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJINOMOTO ANIMAL NUTRITION. **Importância da Treonina na Nutrição de Suínos**. Informativo, 2007. **Acessado em 21/12/2008. Disponível em:** www.lisina.com.br
- ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C.; ROSTAGNO, H.S. **AVANÇOS EM NUTRIÇÃO DE AVES**. Anais do 2º Simpósio Catarinense de Nutrição Animal. Chapecó/SC, 2007.
- ALLEN, N. K.; BAKER, D. H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. **Poultry Science**, Champaign, v.51, p.1292–1298, 1972.
- AMARANTE JÚNIOR, V.S.; COSTA, P.F.G.; BARROS, L.R. et al. **Níveis de lisina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade, mantendo a relação metionina+cistina**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, p.1188-1194, 2005.
- ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, p.1152-1166, 2004.
- BAKER, D. H. 2003. Ideal amino acid patterns for broiler chicks. Pages 223–235 in *Amino Acids in Animal Nutrition*. J. F. P. D'Mello (ed.) CABI Publishing, Oxon, UK.
- BAKER, D. H.; BATAL, A. B.; PARR T. M. et al. **Ideal Ratio (Relative to Lysine) of Tryptophan, Threonine, Isoleucine, and Valine for Chicks During the Second and Third Weeks Posthatch**. 2002 *Poultry Science* 81:485–494.
- BAKER, D. H.; HAN, Y. **Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching**. *Poultry Science*, v.73, p.1441-1447, 1994
- BARBOZA, W.A.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1098-1102, 2000.
- BLUNDELL, J. E., AND LATHAM, C. J. 1978. Pharmacological manipulation of feeding behavior: Possible influences of serotonin and dopamine on food intake. Pages 83–109 in *Central Mechanism of Anorectic Drugs*. S. Garattini and R. Samanin, ed. Raven Press, New York.

- BREGENDAHL, K., ROBERTS, S.A.; KERR, B.; et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. *Poult. Sci.* 87:744–758. 2008.
- CENTRAAL VEEVOEDERBUREAU. 1996. Amino zurenbehoefte van Leghennen en Vleeskuikens. Amino acid requirements for laying hens and broiler chickens. Documentation Report nr. 18 (in Dutch). Lelystad, The Netherlands.
- CHUNG, T. K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p. 3102-3111, 1992.
- CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.91-97, 1999.
- COON, C., and ZHANG, B. Ideal amino acid profile for layers examined. *Feedstuffs* 71(14):13–15, 31. 1999.
- CORZO, A.; MORAN, E.T.; HOEHLER, D. **Valine Needs of Male Broilers from 42 to 56 Days of Age**. *Poultry Science* 83:946–951. 2004.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. **Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v30, p.1490-1497, 2001
- CUPERTINO, E.S. **Exigências nutricionais de lisina, metionina+cistina e de treonina para galinhas poedeiras no período de 54 a 70 semanas de idade**. 2006. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- D’MELLO, J.P.F.; LEWIS, D. Amino acid interactions in chick nutrition. 2. The interrelationship between leucine, isoleucine, and valine. **British Poultry Science**, London, v. 11, p. 313-323, 1970.
- DEPONTI, B.J.; FARIA, D.E.; FARIA FILHO, D.E. et al. **Exigências de triptofano e padrão de recuperação do desempenho de poedeiras comerciais após alimentação com rações deficientes em triptofano**. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.5, p.1324-1330, 2007
- DIONIZIO, M.A.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. **Dietas com diferentes níveis de lisina para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade – Efeito sobre a excreção de nitrogênio**. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2005, Anais. Santos, 2005, p.105.

- DUARTE, K. F. **Critérios de avaliação das exigências em treonina, triptofano, valina e isoleucina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.** 2009. 118f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Campus de Jaboticabal. 2009.
- FARIA, D.E.; HARMS, R.H.; and RUSSELL, G.B. Threonine Requirement of Commercial Laying Hens Fed a Corn-Soybean Meal Diet. *Poultry Science* V.81, p.809–814. 2002.
- FIRMAN, J.D.; BOLING, S.D. **Ideal protein in Turkeys.** Symposium Lysine. *Poultry Science* 77:105–110, 1998.
- GRALA, W., VERSTEGEN, M.W.A.; JANSMAN, A.J.M.; et al. Ileal apparent protein and amino acid digestibilities and endogenous nitrogen losses in pigs fed soybean and rapeseed products. *Journal of Animal Science* 76:557–568. 1998.
- HALE, L.L.; PHARR, G.T.; BURGESS S.C.; et al. **Isoleucine Needs of Thirty- to Forty-Day-Old Female Chickens: Immunity.** 2004 *Poultry Science* 83:1979–1985.
- HAN, Y.; BAKER, D.H. **Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks post hatching.** *Poultry Science*. v.73, p.1739-1745, 1994.
- HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B. **Evaluation of Valine Requirement of the Commercial Layer using a Corn-Soybean Meal Basal Diet.** *Poultry Science* 80:215–218. 2001.
- HARMS, R.H., and IVEY, F.J. Performance of commercial laying hens fed various supplemental amino acids in a corn-soybean meal diet. *J. Appl. Poult. Res.* V.2 p.273-282. 1993.
- HARMS, R. H., Russel, G. B. Optimizing egg mass with amino acid supplementation of a low protein diet. ***Poultry Science***, v.72, n.1, p.1892-96, 1993.
- HARPER, A. E. Interrelationships among the branched chain amino acids. In: *Branched Chain Amino and Keto Acids in Health and Disease*. p.81-89. S. A. Adibi, W. Fekl, U. Langenbeck, and P. Schauder, ed. Karger, Basel, Switzerland. 1984.
- HEGSTED, D.M., 1944. Growth in chicks fed amino acids. *J. Biol. Chem.* 156: 247-251.
- ISHIBASHI, T.; OGAWA, Y.; ITOH, T.; et al. **Threonine Requirements of Laying Hens.** *Poultry Science* 77:998–1002. 1998.

- JAIS, C., ROTH, F. X.; and KIRCHGESSNER. M. The determination of the optimum ratio between the essential amino acids in laying hen diets. *Arch. Geflügelkd.* 59:292–302. 1995.
- KERR, B.J., EASTER, R.A. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3000-3008, 1995.
- KIDD, M.T. & KERR, B.J. L-Threonine for Poultry: A Review. **J. Applied Poultry Science**, Inc. Res. 5:358:367. 2000.
- KLASING, K.C. Amino acid. In: KLASING, K.C. (Ed.) *Comparative avian nutrition*. Wallingford, UK: CAB International. p.133-170. 1998.
- LECLERCQ, B. **Specific Effects of Lysine on Broiler Production: Comparison with Threonine and Valine**. *Poultry Science* 77:118–123. 1998.
- LEESON, S. & SUMMERS J. D. **Nutrition Of the chicken**. 4th edition. P. 591, 2001.
- LEESON, S., and SUMMERS, J.D. *Commercial Poultry Production*. 3rd ed. University Books, Guelph, ON. 2005.
- LEMME, A. El “**Concepto de Proteína ideal**” en la nutrición de pollos. **1. Aspectos metodológicos - Oportunidades y limitaciones**. *AminoNewsTM*, v.4, n.1, p.7-18, 2003
- LENNINGHER, A. L. **Princípios de Bioquímica**, 2ª ed. Sarvier, São Paulo, 839 páginas, 1996.
- LENSING, M.; VAN DER KLIS, J.D.; LE BELLEGO L et al.. The threonine requirement of broiler chickens during subclinical intestinal infection. In: **Proceedings** of the 16th European Symposium on Poultry Nutrition August 26 - 30, 2007 Strasbourg , France
- LIEN, K. A., W. C. SAUER, R. MOSENTHIN, et al. Evaluation of the 15N-isotope dilution technique for determining the recovery of endogenous protein in ileal digesta of pigs: Effect of dilution in the precursor pool for endogenous nitrogen secretion. *Journal of Animal Science*. V.75. P.148-158. 1997.
- MACK, S., BERCOVICI, D.;GROOTE, G.; et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *Br. Poult. Sci.* 40:257–265. 1999.
- MARTINEZ, K.L.A.; PEZZATO, A.C.; GONÇALVES, J.C. et al. Níveis de lisina em rações formuladas a partir de aminoácidos totais e digestíveis para frangos de corte submetidos a diferentes temperaturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

- BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2002. 1 CDROM.
- MATOS, M.S.; LEANDRO, N.S.M.; CARVALHO, L.F.B.; et al. Níveis de lisina e treonina digestíveis na ração de poedeira comerciais sobre a qualidade de ovos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 31, n. 1, p. 25-29, 2009.
- MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964.
- MULLEN, B. J., and MARTIN, R. J. 1992. The effect of dietary fat on diet selection may involve central serotonin. *Am. J. Physiol.* 263:R559.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 6th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 1971.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 8th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Swine. 10th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 1998.
- NOGUEIRA, E. **Nutrição de Aminoácidos para Frangos de Corte**. V Seminário Internacional de Aves e Suínos – AveSui 2006/ Avicultura, 25, 26, 27 de abril de 2006 - Florianópolis – SC.
- PACK, M. **Ideal protein in broilers**. In. FEEDBACK SPECIAL; Frankfurt, Alemanha. p. 01-13, 1996a.
- PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte. Conceito atual. In: COFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, **Anais...** p. 95-110, 1995.
- PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feedings of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, Maringá. **Anais...** p.119-128. 1994.
- PATTERSON, P.H.; Adrizal. Management strategies to reduce air emissions: emphasis-dust and ammonia. *Journal of Applied Poultry Research* v.14, p.638-650, 2005.

- PEDROSO, A. A.; CHAVES, L.; LOPES, K. L.; LEANDRO, N.S.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H. **Inoculação de nutrientes em ovos de matrizes pesadas**. R. Bras. Zootec., v.35, n.5, p.2018-2026, 2006
- PEGANOVA, S. EDER, K. **Interactions of Various Supplies of Isoleucine, Valine, Leucine and Tryptophan on the Performance of Laying Hens**. 2003 Poultry Science 82:100–105.
- PEGANOVA, S. EDER, K. **Studies on Requirement and Excess of Isoleucine in Laying Hens**. 2002 Poultry Science 81:1714–1721
- PEGANOVA, S.; HIRCHE, F.; EDER, K. **Requirement of Tryptophan in Relation to the Supply of Large Neutral Amino Acids in Laying Hens**. 2003 Poultry Science 82:815–822.
- PENS JR., A., M.; JENSEN, L. S. Influence of Protein Concentration, Amino Acid Supplementation, and Daily Time of Access to High or Low-protein Diets on Egg Weight and Components in Laying Hens. **Poultry Science**, v. 70, p. 2460-2466, 1991.
- PLAVINIK, I. Nutrição de aves em climas quentes. In: Conferência APINCO 2003 de ciência e tecnologia. Campinas, p. 235-245. 2003.
- RATHMACHER, J. A. Measurement and significance of protein turnover. In: Farm animal metabolism and nutrition. Wallingford: CAB International, p. 25-48, 2000.
- RIZZO, M. F.; FARIA, D. E.; ROMBOLA, L. G.; et al. Avaliação das propriedades funcionais de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e metionina. In Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas – Trabalhos de Pesquisa. **Anais...** Santos, SP, p.41, 2004.
- ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L.; et al. Níveis de treonina digestível em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. In: Reunião Anual da sociedade Brasileira de Zootecnia 46. Maringá, 2009. **Anais...** Maringá, SBZ, 2009a.
- ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L.; et al. Níveis de treonina digestível em rações para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. In: Reunião Anual da sociedade Brasileira de Zootecnia 46. Maringá, 2009. **Anais...** Maringá, SBZ, 2009b.
- RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.507-517, 2000.

- ROSTAGNO, H.S. **Programa de alimentação e nutrição para frangos de corte adequados ao clima.** In: CONFERÊNCIA APINCO. Simpósio Internacional Sobre Ambiente e Instalações na Avicultura Industrial. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 1995, p. 11-19.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. GOMES, P.C. FERREIRA, A.S. LOPES, D.C. OLIVEIRA, R.F. BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2 ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.
- RUSSEL, G. B. HARMS, R. H. **Tryptophan Requirement of the Commercial Hens.** 1999 Poultry Science 78:1283–1285.
- SÁ, L.M., GOMES, P.C., CECON, P.C. et al. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. Revista Brasileira Zootecnia., v.36, n.6, p.1846-1853, 2007
- SCHUTTE, J.B. **The ideal amino acid profile for laying hens and broiler chicks.** In: MINI SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1999, Viçosa. Anais... Viçosa, UFV: DZO, p.01-06, 1999.
- SCHIMIDT, M. **Níveis nutricionais de lisina, de metionina+cistina e de treonina digestíveis para galinhas poedeiras no 2º ciclo de produção.** 2006. 112f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- SILVA, L., SILVA, J.V., FILHO, J.J., et al. Efeitos da redução da proteína da ração no desempenho de poedeiras comerciais. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas – Trabalhos de Pesquisa. **Anais...** Campinas, SP, p.58, 2003.
- SINDIRAÇÕES. **Guia de Aditivos.** São Paulo, 2005.
- SOHAIL, S. S.; BRYANT, M. M.; ROLAND D. A. Roland. **Influence of Supplemental Lysine, Isoleucine, Threonine, Tryptophan and Total Sulfur Amino Acids on Egg Weight of Hy-Line W-36 Hens.** Poultry Science 81:1038–1044. 2002.
- SUMMERS, J.D. Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets. **Poultry Science**, v.72 p.1473-1478, 1993.
- TACKMAN, J. M., J. K. TEWS, AND A. E. HARPER. 1990. Dietary disproportions of amino acids in the rat: Effects on food intake, plasma and brain amino acids and brain serotonin. J. Nutr. 120:521–533.
- THRONTON, S. A.; CORZO, A.; PHARR, G. T.; et al. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry**

- Science**, London, v. 47, p. 190–199, 2006.
- TIMMLER, R.; RODEHUTSCORD, M. **Dose-Response Relationships for Valine in the Growing White Pekin Duck**. 2003 *Poultry Science* 82:1755–1762.
- TUTTLE, W. L.; BALLOUN, S. L. Leucine, isoleucine and valine interactions in turkey poult. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, p. 1737–1743, 1976.
- UBA, União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual da UBA (2009). 37p. 2009. Disponível em: www.uba.org.br. Acesso em 20/09/2010.
- VALÉRIO, S. R.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H.S.; et al. **Determinação da Exigência Nutricional de Treonina para Poedeiras Leves e Semipesadas**. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, 29(2):518-524, 2000.
- VALÉRIO, S. R. **Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de termoneutralidade e de alta temperatura**. 2003. 118f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- ZAVIEZO, D. Proteína ideal- Novo conceito nutricional da formulação de rações para aves e suínos. *Avicultura Industrial*. São Paulo, n 10. P. 16-20. 1998.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DE RELAÇÕES TREONINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS COMERCIAIS SEMIPESADAS

AVALIAÇÃO DE RELAÇÕES TREONINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS SEMIPESADAS

RESUMO - O objeto da pesquisa foi avaliar os níveis de treonina digestível para determinar a relação ideal de treonina/lisina digestível em rações para galinhas poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade. Foram utilizadas 270 galinhas poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, durante três períodos experimentais de 28 dias cada, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, nove repetições, cada uma composta de seis aves. Cinco diferentes relações de treonina/lisina digestível foram avaliadas: 66 (0.435% Thr dig); 70; 74; 78 e 82%. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos animais e a relação dos aminoácidos, exceto para treonina e lisina. As relações treonina:lisina digestível foram obtidas mediante a suplementação de L – Treonina (98%) em substituição ao amido. Foram avaliados o consumo de ração (g/ave/dia), postura (%), peso do ovo (g), massa de ovo (g), conversão alimentar (Kg/Dz e g/g), a qualidade do ovo (% de gema, casca e albúmen) e ganho de peso (g). O consumo de ração, peso de ovo, qualidade interna do ovo e ganho de peso não foram influenciados pelas relações de treonina/lisina digestível utilizadas. A produção de ovos, a massa de ovo e a conversão alimentar (Kg/Dz e g/g) apresentaram efeito quadrático pelas diferentes relações utilizadas. Com base nos parâmetros avaliados, a relação treonina/lisina digestível recomendada nas rações de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade é de 72 %, que corresponde a 0,478% de treonina digestível ou 460 mg/ave/dia de treonina digestível.

Palavras chave: aminoácido digestível, aves, lisina, massa de ovo, produção de ovos

EVALUATION OF RELATIONS DIGESTIBLE THREONINE / DIGESTIBLE LYSINE IN DIETS FOR LAYER HENS

ABSTRACT - The object of this study was to evaluate the levels of digestible threonine to determine the ideal ratio of digestible threonine/lysine in rations for laying hens in the period 42-54 weeks of age. Were used 270 laying hens line Dekalb Brown during three experimental periods of 28 days each, in a completely randomized design with five treatments, nine replicates, each consisting of six birds. Five different ratios of threonine / digestible lysine were evaluated: 66 (0.435% Thr dig), 70, 74, 78 and 82%. Diets were formulated to meet the nutritional requirements of animals and the relationship of amino acids, except threonine and lysine. The threonine: digestible lysine ratio was obtained by supplementation of L - Threonine (98%) replacing starch. Were evaluated the feed intake (g / bird / day), egg production (%), egg weight (g), egg mass (g), feed (kg / Dz and g / g), egg quality (% yolk, albumen and eggshell) and weight gain (g). Feed intake, egg weight, internal egg quality and weight gain were not influenced by the threonine / digestible lysine ratio used. Egg production, egg mass and feed conversion (kg / Dz and g / g) had quadratic effect for different ratios used. Based on the parameters, the threonine / digestible lysine ratio recommended in diets of laying hens during 42-54 weeks of age is 72%, which corresponds to 0.478% of digestible threonine or 460 mg / bird / day of digestible threonine.

Keywords: birds, egg mass, digestible amino acid, egg production, lysine

INTRODUÇÃO

No campo da produção animal, o progresso da indústria avícola tem sido de relevada significância. Entre os vários fatores que contribuem para esta finalidade, a nutrição tem desempenhado importante papel, com intensa busca de melhora no aproveitamento dos nutrientes da dieta. Com isso, tornou-se necessário que as poedeiras recebam dietas com níveis adequados de nutrientes sendo o mais próximo de suas exigências. Assim, surgiu o conceito de proteína ideal que estabelece uma relação entre os aminoácidos essenciais, tendo a lisina como base para calcular os perfis dos aminoácidos nas dietas.

A medida que se iniciou a produção em escala comercial e com preços acessíveis, os aminoácidos industriais passaram a ser mais utilizados pelos nutricionistas, proporcionando uma ração mais econômica, com melhor aproveitamento dos aminoácidos, permitindo a formulação de dietas de menor impacto ao meio ambiente, devido a redução do nitrogênio excretado.

Entre os aminoácidos essenciais para as poedeiras, encontra-se a treonina, importante na formação de proteínas, na manutenção do turnover protéico corporal e faz parte da composição da mucina (Wang et al 2007). Além disso, juntamente com a serina, representam importantes componentes das penas, correspondendo 20% dos resíduos de aminoácidos presentes nestas (Kidd, 2000).

A treonina, em dietas à base de milho e farelo de soja, é o terceiro aminoácido limitante para aves, precedido dos aminoácidos sulfurosos e da lisina. A treonina torna-se mais importante com o avanço da idade das aves, pois a proporção da exigência de treonina para manutenção é alta (Sá et al. 2007).

Segundo Bregendahl et al. (2008), os resultados relatados sobre a relação treonina/lisina para poedeiras não são consistentes, variando de 66 a 80%. Coon and Zhang (1999), trabalhando com poedeiras leves, encontraram a relação ideal treonina/lisina digestível para melhor desempenho das aves, de 73%. Segundo as recomendações de CVB (1996) e de Rostagno et al. (2005), a melhor relação é de 66%.

Sá et al. (2007) encontraram a relação de treonina/lisina digestível de 70%, para obter os melhores resultados de desempenho de poedeiras leves. Resultados semelhantes foram encontrados por Cupertino (2006), que recomendou para poedeiras

semipesadas a relação de treonina/lisina digestível de 71%. Bregendahl et al. (2008) utilizando como parâmetro de exigência a massa de ovo, concluíram que a relação de treonina/lisina digestível ótima foi de 77%, para poedeiras leves no período de 28 a 36 semanas de idade.

Objetivou-se com a pesquisa avaliar níveis de treonina digestível para determinar a relação ideal de treonina/lisina digestível em dietas para galinhas poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado nas instalações da Seção de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de novembro de 2008 a fevereiro de 2009.

No experimento foram utilizadas 270 galinhas poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, de 42 a 54 semanas de idade durante três períodos experimentais de 28 dias cada, com peso médio inicial e final de 1.727 e 1.622 gramas, respectivamente.

As poedeiras foram criadas no piso em galpão aberto, sendo na 17ª semana de idade transferidas para um galpão de postura, construído em alvenaria com cobertura de telhas de barro em duas águas, pé direito de 1,8m de altura, equipado com gaiolas de postura convencional (25x45x40 cm) dispostas em duas fileiras sobrepostas e um corredor central de 1,5 m de largura entre as fileiras de gaiolas.

Durante as fases de cria, recria e produção até as 42 semanas de idade, as aves foram manejadas e receberam alimentação conforme descrito nos respectivos manuais das linhagens, porém, seguindo-se as recomendações de Rostagno et al. (2005) na elaboração das dietas.

O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, nove repetições, cada uma composta de seis aves. Cinco diferentes relações de treonina/lisina digestível foram avaliadas 66 (0.435% Thr dig); 70; 74; 78 e 82% (tabela 1). As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos animais e a relação dos aminoácidos de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para treonina e lisina. As relações treonina/lisina digestível foram obtidas mediante a suplementação de L – Treonina (98%) em substituição ao amido.

Para garantir que toda a lisina fosse metabolizada pelas aves e evitar o excesso desse nutriente, o nível de lisina digestível (0.660%) foi calculado para ser 93% das recomendações das Tabelas Brasileiras (Rostagno et al. 2005).

Tabela 1 - Composição centesimal das dietas experimentais

Ingredientes	Relação treonina/lisina digestível na dieta (%)				
	66	70	74	78	82
Milho	69,741	69,741	69,741	69,741	69,741
Farelo de soja	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Far. De carne e ossos 45%	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Farinha de peixe 54%	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Ac. glutâmico	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Plasma sanguíneo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Óleo de soja	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Amido	0,761	0,735	0,708	0,681	0,654
Lisina HCl, 79%	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149
DL-Metionina, 99%	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
L- Arginina 98,5%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
L-Treonina, 98%	-----	0,026	0,053	0,080	0,107
L-Triptofano 98%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
L-Valina 98,5%	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
L-Isoleucina 98,5%	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115
Calcário	8,800	8,800	8,800	8,800	8,800
Fosfato bicálcico	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Sal comum	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Carbonato de K	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
Mistura Mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Mistura Vitamínica ²	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110
Cloreto de Colina, 60%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010

Continuação tabela 1

Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada (%)					
EM, kcal/kg.	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Proteína bruta, %	14,812	14,812	14,812	14,812	14,812
Cálcio, %	3,951	3,951	3,951	3,951	3,951
Fósforo disponível, %	0,353	0,353	0,353	0,353	0,353
Sódio, %	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207
Potássio, %	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584
Lisina digestível, %	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Met. + Cis. digestível, %	0,620	0,620	0,620	0,620	0,620
Triptofano digestível, %	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152
Valina digestível, %	0,634	0,634	0,634	0,634	0,634
Isoleucina digestível, %	0,548	0,548	0,548	0,548	0,548
Treonina digestível, %	0,436	0,462	0,489	0,515	0,541
Treonina Total, %	0,511	0,536	0,563	0,589	0,616
Treonina Total, % ⁴	0,505	0,532	0,568	0,596	0,621

¹ Premix mineral (quantidade por kg de ração): Mn - 65 mg; Fe - 50,0 mg; Zn - 60,0 mg; Cu - 10,0 mg; I - 0,8 mg; Se - 0,3 mg.

² Premix vitamínico (quantidade por kg de ração): vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2000 UI; vitamina E - 35 UI; vitamina K3 - 1,7 mg; vitamina B6 - 2,4 mg; vitamina B12 - 12 mg; ácido pantotênico - 12,0 mg; biotina - 0,07 mg; ácido nicotínico - 35 g.

³ Butil hidroxil tolueno 99%

⁴ Composição determinada

Todas as poedeiras consumiram a mesma ração até a 42ª semana de idade, e antes de começar a ministrar as rações experimentais, procedeu-se a distribuição das aves, padronizando-as por peso corporal e posteriormente por postura. O controle da produção de ovos foi realizado de modo a permitir a uniformização das aves nos tratamentos.

A partir da 42ª semana de idade, as poedeiras foram submetidas aos tratamentos, iniciando-se o período experimental, que teve a duração de 12 semanas. As rações foram fornecidas, diariamente, em dois horários, as 8:00 e as 17:00 horas, garantindo às aves consumo de alimento e água a vontade, durante todo o período experimental.

Utilizou-se o programa de luz contínuo, sendo fornecido às aves 17 horas de luz diária e 7 horas de escuro, respeitando as recomendações de idade. A temperatura no

galpão foi monitorada duas vezes ao dia, por três termômetros de máxima e mínima, que foram distribuídos por toda a instalação, posicionados à altura das aves (tabela 2).

Tabela 2 - Temperaturas ambientais médias, mínima e máxima, registrada dentro do galpão experimental durante o ensaio.

Período	Temperaturas Médias (° C)	
	Mínima	Máxima
1º Período	19,7 (17) ¹	27,6 (35) ²
2º Período	20,8 (18) ¹	28,6 (36) ²
3º Período	21,9 (17) ¹	30,8 (35) ²
Média	20,8	29,0

¹ Menor temperatura registrada no período

² Maior temperatura registrada no período

O ensaio experimental foi dividido em três períodos, sendo cada um correspondente a 28 dias, com os seguintes parâmetros avaliados:

Consumo de ração: determinado ao término de cada período de 28 dias por meio da divisão da quantidade de ração consumida em cada unidade experimental pelo número de aves das unidades experimentais por dia. Dessa forma, o consumo foi expresso em g de ração por ave/dia. Na ocorrência de mortalidade na unidade experimental, foi descontado o consumo médio de cada ave morta para obtenção do consumo médio corrigido;

Produção de ovos: computada diariamente (duas coletas diárias realizadas às 09 e 16 h). De acordo com o número de aves alojadas por unidade experimental, foi calculada a produção média de ovos por ave/dia;

Peso médio dos ovos: foram utilizados todos os ovos íntegros coletados nos cinco últimos dias de cada um dos três períodos de 28 dias. A média do peso dos ovos foi obtida pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados, por unidade experimental;

Massa de ovos: expresso em g por ave por dia (g/ave/ dia), multiplicando-se o peso médio dos ovos no período pelo número total de ovos produzidos no respectivo período, dividido pelo número total de aves dos dias relativos a esse período;

Conversão alimentar: calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzia de ovos (kg/dz), ou produção em kg de ovos (kg/kg), em cada período;

Para obtenção dos componentes do ovo, foram avaliados a gema, o albúmen e a casca utilizando-se seis ovos de cada repetição, coletados aleatória e diariamente do total de ovos coletados nos três últimos dias de cada período. Os ovos de cada repetição e de cada dia foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,01g e, após as pesagens, foram identificados e quebrados. Obteve-se primeiramente o peso dos ovos coletados e em seguida procedeu-se a quebra do mesmo para a pesagem da gema e da casca. Para realizar a separação dos componentes dos ovos (gema, casca e albúmen), foi utilizado um separador de gemas convencional. As cascas foram lavadas, deixadas a secar e em seguida pesadas. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso total do ovo, menos o peso da casca e da gema. A gema, o albúmen e a casca foram determinados em porcentagem.

Mudança de peso: todas as poedeiras de cada repetição foram pesadas no início e no final do período experimental, para obtenção do ganho de peso médio, que foi obtido pela diferença entre as duas pesagens;

As análises estatísticas foram realizadas pelo software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - UFV (SAEG, 2007), onde o valor da relação dos aminoácidos em estudo foi estabelecida através das características de desempenho e de qualidade dos ovos utilizando a análise de variância, análise de regressão para as diferentes relações e o Linear Response Plateau (LRP) para as variáveis que apresentaram resposta efeito quadrático significativo na análise de regressão. Também foi calculado 95% da quadrática e a quadrática com plateau para as variáveis que apresentaram efeito quadrático significativo.

Portanto, a aplicação e a escolha dos modelos dependerão da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos. O pesquisador tem que conhecer os modelos, saber as vantagens e as limitações. Deve analisar seus resultados, aplicar os modelos disponíveis e optar por aquele que se ajuste melhor aos dados obtidos, para definir o nível do nutriente, conforme o objetivo da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para consumo de ração, consumo de treonina, produção de ovos e peso médio do ovo são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Consumo de ração (CR), consumo de treonina (CTreo), produção de ovos (Post) e peso dos ovos (PO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com dietas contendo diferentes relações de treonina/lisina digestível

Relação (%)	CR (g/ave/dia)	CTreo (mg/ave/dia)	Post (%)	PO (%)
66,0	95,68	417,0	74,47	60,14
70,0	97,16	449,0	82,64	58,63
74,0	96,52	471,0	82,53	58,94
78,0	95,96	494,0	83,62	58,80
82,0	96,04	520,0	81,62	58,58
REGRESSÃO				
ANOVA	ns	--	Q**	ns
CV (%)	5,54	--	6,21	3,05

ns = não-significativo; Q = efeito quadrático; **($P \leq 0,01$); CV= coeficiente de variação

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) das relações de treonina/ lisina digestível sobre os parâmetros consumo de ração e peso médio dos ovos. Para atender esses parâmetros 417 mg/ave/dia de treonina digestível ou 66% da relação treonina/lisina digestível foram suficientes.

Sá et al. (2007), trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 34 a 50 semanas de idade, não encontraram diferença significativa para consumo de ração e peso médio dos ovos, entretanto, o consumo das aves (111,3 g) foi superior ao do presente estudo, que correspondeu ao consumo de 468,6 mg/ave/dia de treonina digestível ou relação treonina/lisina digestível de 58%. Por outro lado, Weerden et al. (1984) trabalhando com poedeiras comerciais no pico de produção, observaram diferença no consumo de ração (103,45 a 112,78 g/ave/dia), quando as poedeiras foram

alimentadas com dietas contendo 0,38 a 0,47% de treonina, correspondentes ao consumo de 393,0 a 530,0 mg de treonina/ave/dia.

Os valores encontrados na presente pesquisa corroboram que os resultados encontrados por Schimidt et al. (2010), onde encontraram efeito quadrático para o consumo de ração e peso médio dos ovos, quando utilizaram poedeiras comerciais semipesadas de segundo ciclo de produção no período de 75 a 95 semanas de idade. Segundo os autores, a exigência para consumo de ração foi de 452 mg/ave/dia de treonina digestível ou a relação de treonina/lisina digestível de 69%. Já para peso médio dos ovos a exigência foi de 424 mg/ave/dia de treonina digestível, que corresponde a relação de 66%.

Segundo Baker et al. (2002) a complexidade em estabelecer relações precisas para aminoácidos está nas possibilidades de variáveis respostas utilizadas (como postura, massa de ovo, peso do ovo e conversão alimentar) e as análises estatísticas que podem ser realizadas, sendo a quadrática conhecida por superestimar as relações, enquanto que o LRP por subestimar. Estes mesmos autores utilizaram a quadrática com o plateau e demonstraram esta, como uma possibilidade na determinação das relações para aminoácidos, uma vez que os valores obtidos foram próximos a 90% dos valores obtidos da quadrática.

Foi observado pela análise de regressão, efeito quadrático ($P < 0,01$) sobre a produção de ovos, mostrado pela equação $Y = -408,114 + 12,9072X - 0,0884611X^2$ ($R^2 = 0,90$) sendo a relação ótima de 76,28% ou consumo de treonina digestível de 485 mg/ave/dia. Aplicando-se o limite de confiança de 95% para resposta da equação quadrática obtém-se a relação de 72,46%.

Na análise de LRP para produção de ovos, obteve-se como melhor relação treonina/lisina digestível 70,05% com plateau em 82,62% de postura ($Y = 2,0425 - 60,335X$, $R^2 = 1$) (Figura 1). Aplicando-se a quadrática com plateau obtém-se a melhor relação para postura de 72,06%.

Relação superior, a média dos valores encontrados por diferentes modelos estatísticos no presente estudo (72,71%), foi encontrada por Rocha et al. (2009), quando trabalharam com poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade, e encontraram maior produção de ovos quando as aves consumiram 523 mg/ave/dia de treonina digestível ou relação treonina/lisina digestível de 78%. Entretanto, os resultados da presente pesquisa estão de acordo com as relações encontradas por Cupertino (2006), Sá et al. (2007) e Schimidt et al. (2010).

A média de produção de ovos obtida na presente pesquisa foi de 81 %, valor inferior ao citado no Manual de Manejo da Dekalb Brown, para a mesma idade (88,5 %). É importante ressaltar que as rações foram formuladas com valores subestimados da exigência de lisina digestível, uma vez que o interesse da pesquisa era obter a melhor relação entre a treonina/lisina digestível, já que após ter definido a relação entre os aminoácidos basta estabelecer a exigência de lisina para determinar a concentração da treonina.

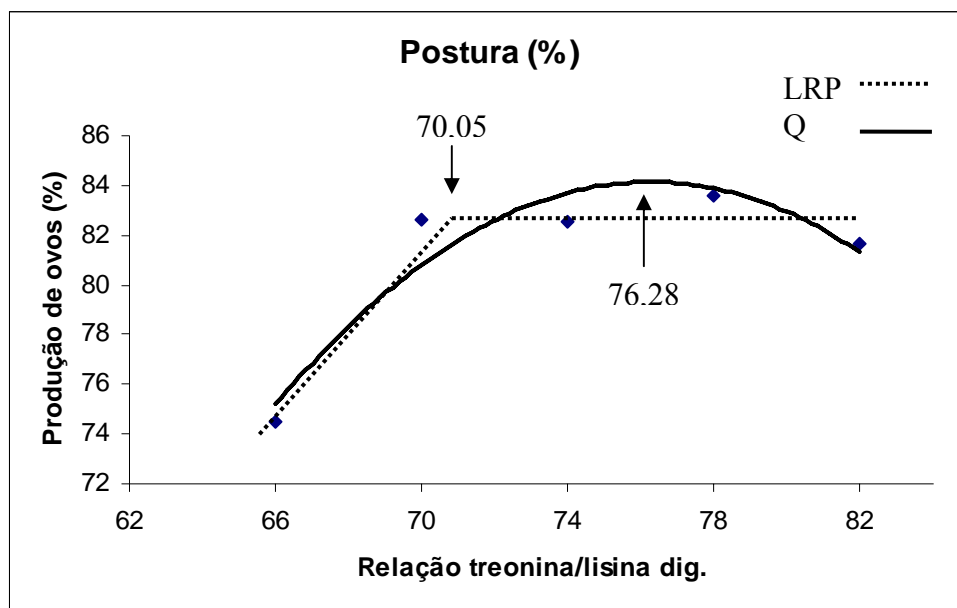


Figura 1 - Efeito da relação treonina/lisina digestível na ração sobre produção de ovos de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.

Os resultados obtidos para massa de ovo, conversão por dúzia de ovos e conversão por massa de ovo são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Massa de ovo (MO), conversão por dúzia de ovo (CDZ) e conversão por massa de ovo (CMO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com dietas contendo diferentes relações de treonina/lisina digestível

Relação (%)	MO (g/ave/dia)	CDZ (Kg/Dúzia)	CMO (g/g)
66,0	44,79	1,543	2,140
70,0	48,44	1,405	2,008
74,0	48,62	1,403	1,983
78,0	49,19	1,379	1,957
82,0	47,91	1,414	2,010
REGRESSÃO			
ANOVA	Q*	Q**	Q**
CV (%)	6,73	4,09	4,19

Q = efeito quadrático; *($P \leq 0,05$); **($P \leq 0,001$); CV= coeficiente de variação

Houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a massa de ovos que variou de forma quadrática, mostrado pela equação $Y = -191,187 + 6,3178X - 0,0415X^2$ ($R^2 = 0,93$) sendo a relação treonina/lisina digestível ótima de 76,12% ou consumo de treonina digestível de 484 mg/ave/dia (figura 2). Aplicando-se o limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática obtém-se a relação ótima de 72,31%.

Na análise de LRP para massa de ovos, obteve-se como melhor relação treonina/lisina digestível de 70,32% com plateau em 48,60 g/ave/dia ($Y = 2,9109 + 1,0165X$, $R^2 = 1$). Aplicando-se a quadrática com o plateau obtém-se a melhor relação para massa de ovo de 72,12%.

Valor superior ao encontrado no presente estudo (72,72%), quando foi utilizada a média dos diferentes modelos estatísticos, foi recomendado por Bregendahl et al. (2008), quando trabalharam com poedeiras semipesadas no período de 28 a 34 semanas de idade. Os autores encontraram maior valor para a variável massa de ovo, utilizando o modelo estatístico Broken Line, quando as poedeiras foram alimentadas com dietas contendo a relação treonina/lisina digestível de 77%.

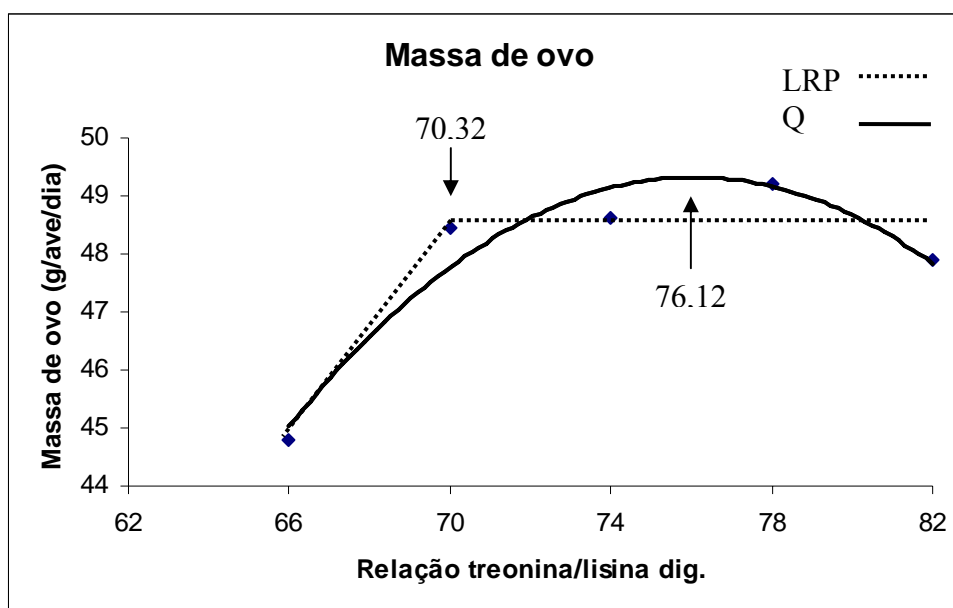


Figura 2 - Efeito da relação treonina/lisina digestível na ração sobre a massa de ovo (g/ave/dia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.

Valor inferior ao encontrado na presente pesquisa para o parâmetro massa de ovo foi recomendado por Rostagno et al. (2005) e Schimidt et al. (2010), com a relação de 66% e 69%, respectivamente. Entretanto, resultados semelhantes aos do presente estudo foram encontrados por Cupertino (2006) e Sá et al. (2007), com a relação ideal de treonina/ lisina digestível para maior massa de ovo foi de 71% e 73%, respectivamente.

Efeito significativo ($P < 0,001$) foi observado sobre a conversão por dúzia de ovos quando as poedeiras foram alimentadas com dietas contendo diferentes relações de treonina/lisina digestível pela análise de regressão, que variou de forma quadrática mostrado pela equação $Y = 9,87769 - 0,222544X + 0,00145599X^2$ ($R^2 = 0,96$), sendo a relação ótima de 76,19% ou consumo de treonina digestível de 486 mg/ave/dia (figura 3). Aplicando-se o limite de confiança de 95% para a resposta quadrática obteve-se a relação ótima de 72,38%.

Na análise de LRP sobre a conversão por dúzia de ovos, obteve-se como melhor relação treonina/lisina digestível de 70,15%, com plateau em 1,399 kg/dz ($Y = - 0,2371 + 1,0642X$, $R^2 = 1$). Aplicando a quadrática com plateau obteve-se a melhor relação para conversão por dúzia de ovos de 72,25%.

Huyghebaert & Butler (1991), à semelhança do resultado obtido neste trabalho, constataram melhora na conversão alimentar, à medida que níveis crescentes de treonina foram adicionados às rações. Entretanto, resultados divergentes foram obtidos por Valério (1996), ao verificar que os níveis de treonina não influenciaram a conversão alimentar de poedeiras, e Teixeira et al. (2005), quando realizaram pesquisa com poedeiras semipesadas de 44 semanas de idade, não observaram influência dos níveis de treonina digestível de 0,37 a 0,79% sobre a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos.

As relações de treonina/lisina digestível encontrada no presente estudo para conversão por dúzia de ovos (72,74%), corroboram com os resultados encontrados por Sá et al. (2007) e Schmidt et al. (2010), 71,5% e 72,0%, respectivamente. No entanto, Cupertino (2006) encontrou efeito linear e relação ideal superior para conversão por dúzia de ovos, de 78%.

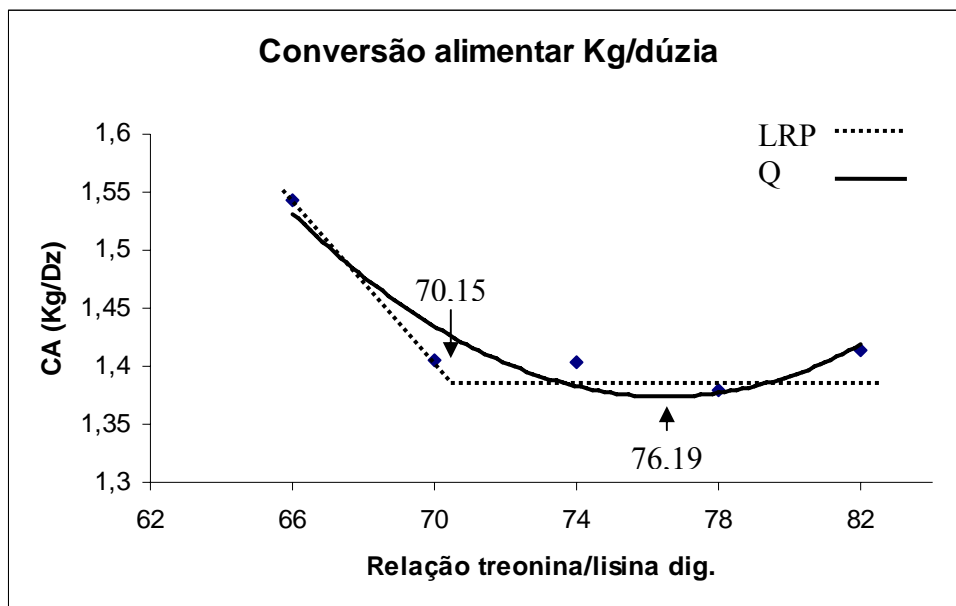


Figura 3 - Efeito da relação treonina/lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar (Kg/dúzia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.

A variável conversão alimentar por massa de ovo (g/g) apresentou efeito ($P < 0,001$) das relações treonina/lisina digestível utilizadas nas dietas, que variou pela análise de regressão de forma quadrática ($Y = 11,5086 - 0,250118X + 0,00163758X^2$ ($R^2 = 0,97$)), sendo a relação ótima encontrada de 76,25% ou consumo de treonina

digestível de 484 mg/ave/dia (figura 4). Aplicando-se o limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática, obtém-se a relação ótima de 72,44%.

Na análise de LRP para conversão alimentar por massa de ovo, obteve-se o valor de 70,75% como melhor relação treonina/lisina digestível, com plateau em 1,983 g/g ($Y = -0,2705 + 1,0647X$, $R^2 = 1$). Aplicando a quadrática com o plateau obtém-se a melhor relação de 72,43%.

Resultados semelhantes foram obtidos por diversos autores (Huyghebaert e Butler, 1991; Yamazaki et al., 1997 e Ishiabashi et al., 1998) que também constataram efeito significativo dos níveis de treonina da dieta sobre a melhora da conversão alimentar. Porém, Valério (1996) não encontrou influência dos níveis dietéticos destes aminoácidos (0,510 a 0,635%) sobre a conversão alimentar de poedeiras leves e semipesadas.

O valor médio de conversão por massa de ovo obtido pela média dos modelos estatísticos (72,97%) foi superior àqueles encontrados por Bregendahl et al. (2008), de 66,5%, e por Schimidt et al. (2010), de 69%.

Por outro lado, Cupertino (2006) encontrou valor semelhante, com relação treonina/lisina digestível, de 72%.

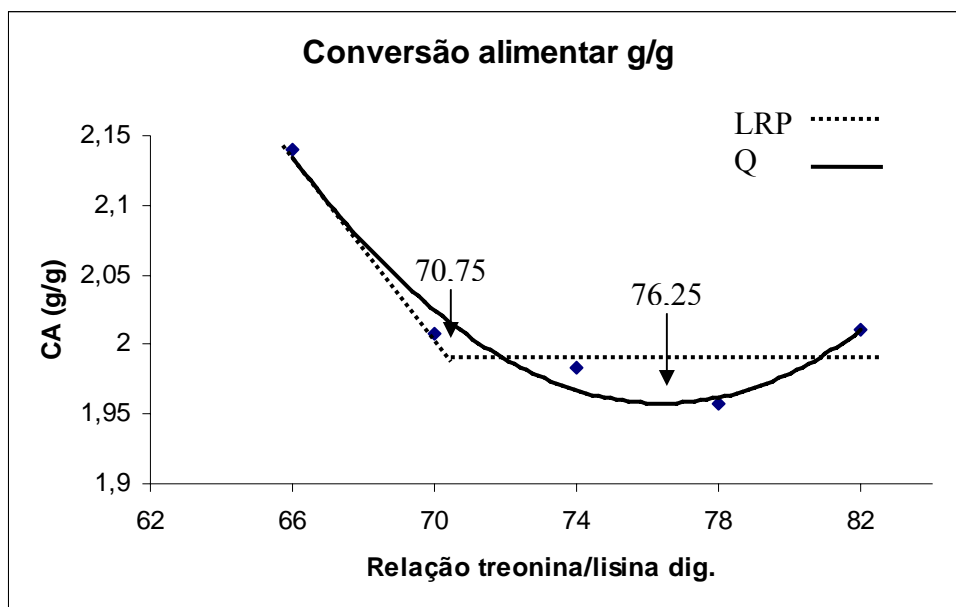


Figura 4 - Efeito da relação treonina/lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar (g/g) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.

Os resultados obtidos para os parâmetros: % de gema, % de casca, % de albúmem e mudança de peso das aves estão apresentados na tabela 5.

As dietas contendo diferentes relações de treonina/ lisina digestível não afetaram significativamente ($P>0,05$) estas variáveis. Sendo a relação treonina/ lisina digestível de 66% ou consumo de 419 mg/ave/dia de treonina digestível suficiente para manter a qualidade interna do ovo. Estes resultados já eram esperados, visto que os níveis destes aminoácidos também não influenciaram no peso dos ovos.

Os resultados da presente pesquisa estão de acordo em parte com os encontrados por Bregendahl et al. (2008), que, também não encontraram efeito das diferentes relações treonina/lisina digestível sobre o conteúdo de casca, mas segundo os autores, os conteúdos de gema e albúmem foram influenciados de forma positiva pela inclusão de treonina na dieta.

Valério et al. (2000), verificaram que os níveis de treonina variando de 0,510 a 0,635%, não influenciaram a qualidade interna dos ovos das poedeiras leves. Schimidt et al. (2010), também não encontram efeito significativo para os componentes do ovo, quando forneceram as aves dietas contendo 0,38% de treonina digestível ou relação treonina/lisina digestível de 58%.

Tabela 5 – % Gema, % casca, % albúmen e mudança de peso (MP) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com dietas contendo diferentes relações de treonina/lisina digestível

Relação (%)	% Gema	% Casca	% Albumem	MP
66,0	25,76	9,61	64,63	-0,125
70,0	25,49	9,77	64,74	-0,114
74,0	25,05	9,82	65,13	-0,091
78,0	25,67	9,79	64,54	-0,068
82,0	25,08	9,71	65,21	-0,127
REGRESSÃO				
ANOVA	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,12	3,21	1,38	111,9

ns = não-significativo; CV= coeficiente variação.

Matos et al. (2009), avaliando diferentes níveis de lisina digestível (0,700; 0,800 e 0,900%) e treonina digestível (0,500; 0,550 e 0,6005) na ração de poedeiras Lohmann LSL, entre 25 a 44 semanas de idade, não encontraram efeito significativo das dietas sobre os componentes do ovo, exceto para percentagem de albúmem.

Semelhante a relação treonina/lisina digestível encontrada no presente estudo, Coon and Zhang (1999), trabalhando com poedeiras Hyline W-36 durante o período de 33 a 39 semanas de idade, recomendaram a relação treonina/lisina digestível de 73% ou 560 mg/dia de treonina digestível.

Durante o período experimental, todas as poedeiras perderam peso corporal, porém com maior intensidade, nas poedeiras que foram alimentadas com dietas com maior ou menor relação do aminoácido em estudo, consequência possivelmente de maior desequilíbrio aminoacídico. Não foi encontrado efeito significativo ($P > 0,05$), apesar da tendência de efeito quadrático sobre a variável, mas que pode ser explicado em parte pelo altíssimo coeficiente de variação.

Corroborando com os resultados encontrados na presente pesquisa, Schimidt (2006), Cupertino (2006) e Sá et. al (2007), quando trabalharam com poedeiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações de treonina/lisina, não encontraram diferença estatística para o parâmetro mudança de peso.

Os diferentes modelos estatísticos usados para interpretar os resultados dos experimentos de exigências nutricionais, tem levado à variações nas relações recomendadas. De acordo com Euclides & Rostagno (2001), a aplicação de cada modelo dependerá da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos, podendo haver subestimação do nível ótimo, no caso do LRP. No entanto, a função quadrática que aparentemente apresenta vantagem na determinação da exigência nutricional, por estimar o desempenho máximo possível, tem desvantagens, no sentido de ser muito sensível às diferenças entre os níveis estudados e apresentar simetria bilateral, o que biologicamente não pode ser adequado.

A combinação dos modelos, segundo os autores, pode ser considerado como o melhor nível recomendado, mediante o uso da equação quadrática de resposta, associada ao platô. A vantagem deste modelo é que o nível ótimo encontrado não é o maior como é geralmente estimado na derivação da função quadrática, nem o menor como o observado no modelo LRP, passando a ser intermediário, no ponto de encontro entre a reta da equação e o platô (Sakomura & Rostagno, 2007).

Tabela 6 – Relação ideal de treonina/lisina digestível para produção de ovos (Post), massa de ovo (MO), conversão por dúzia de ovo (CDZ) e conversão por massa de ovo (CMO), encontrada utilizando diferentes modelos estatísticos, para poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Modelo Estatístico	Relação treonina/lisina digestível (%)			
	Post	MO	CDZ	CMO
Quadrática	76,27	76,12	76,19	76,25
95% Quadrática	72,46	72,31	72,38	72,44
LRP	70,05	70,32	70,15	70,75
Plateau + Quadrática	72,06	72,12	72,25	72,43

CONCLUSÃO

Com base nos parâmetros avaliados, a relação treonina/lisina digestível recomendada em dietas para poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade é de 72 %, que corresponde a 0,478% de treonina digestível ou 460 mg/ave/dia de treonina digestível.

REFERÊNCIAS

- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T. M; et al. Ideal Ratio (Relative to Lysine) of Tryptophan, Threonine, Isoleucine, and Valine for Chicks During the Second and Third Weeks Posthatch. *Poult. Sci.* 81:485–494. 2002.
- BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A.; KERR, B.; et al. Ideal Ratios of Isoleucine, Methionine, Methionine Plus Cystine, Threonine, Tryptophan, and Valine Relative to Lysine for White Leghorn-Type Laying Hens of Twenty-Eight to Thirty-Four Weeks of Age. *Poultry Science.*, v.87, p.744–758, 2008.
- BRUMANO, G. **Níveis de Metionina + Cistina digestíveis em rações para poedeiras leves, no período de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade.** Viçosa. UFV, 2008. 89p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2008.
- CENTRAAL VEEVOEDERBUREAU (CVB). 1996. Amino zurenbehoefte van leghennen en vleeskuikens [Amino acid requirements for laying hens and broiler chickens]. Documentation Report nr. 18 (in Dutch), **Centraal Veevoederbureau**, Lelystad, the Netherlands.
- COON, C., ZHANG, B. Ideal amino acid profile for layers examined. *Feedstuffs* 71(14):13–15, 31. 1999.
- CUPERTINO, E.S. **Exigências nutricionais de lisina, metionina+cistina e de treonina para galinhas poedeiras no período de 54 a 70 semanas de idade.** 2006. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- DEKALB BROWN, Recomendações técnicas de manejo na fase de produção- Dekalb Brown. Disponível em: WWW.granjaplanoalto.com.br. Acessado em 15/02/09.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu. Anais... São Paulo: p.77-88, 2001.
- HUYGHEBAERT, G.; BUTLER, E.A. Optimum threonine requirements of laying hens. *British Poultry Science* , v.32, p.575-582, 1991.
- ISHIBASHI, T. OGAWA, Y.; ITOH, T.; et al. **Threonine Requirements of Laying Hens.** *Poultry Science* 77:998–1002. 1998.
- KIDD, M. T. Nutritional considerations concerning threonine in broilers. *World's Poultry Science Journal*, v.56, p. 139-151, 2000.

- MATOS, M. S.; LEANDRO, N. S. M.; CARVALHO, L. F. B.; et al. Níveis de lisina e treonina digestíveis na ração de poedeira comerciais sobre a qualidade de ovos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 31, n. 1, p. 25-29, 2009.
- ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L.; et al. Níveis de treonina digestível em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. In: Reunião Anual da sociedade Brasileira de Zootecnia 46. Maringá, 2009. **Anais...** Maringá, SBZ, 2009.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; CECON, P.R.; et al. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.36, n.6, p.1846-1853, 2007.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.
- SCHMIDT, M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Exigências nutricionais de treonina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.39, n.5, p.1099-1104, 2010.
- TEIXEIRA, E.N.M.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. et al. Exigência de treonina digestível para poedeiras leves e semipesada. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais...** Santos, p.131. 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, **Sistema para análise estatística e genética- SAEG** , versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.
- VALÉRIO, S. R.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H.S. et al. **Determinação da Exigência Nutricional de Treonina para Poedeiras Leves e Semipesadas**. Rev. bras. zootec., 29(2):518-524, 2000.
- VALERIO, S.R. Exigência nutricional de treonina para poedeiras leves e semipesadas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 46p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- WANG, X.; QIAO, S.; YIN, Y.; et al. A Deficiency or Excess of Dietary Threonine Reduces Protein Synthesis in Jejunum and Skeletal Muscle of Young Pigs. **The Journal of Nutrition**, v. 137, p.1442–1446, 2007.

WEERDEN, E.J.; VAN SCHUTTE, J.E.; BERTRAM, H.L Protein and amino acid requirements of laying hens. In: **WORLD'S POULTRY CONGRESS AND EXHIBITION**, 17., 1984, Helsinki. Proceedings... Finland [s. n.]. p.260-262. 1984.

YAMAZAKI, M.H.; OHGUCHI, H.; MURAKAMI, M. et al. Available threonine requirement of laying hens. **Japanese Poultry Science**, v.34, p.52-57, 1997.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DE RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS COMERCIAIS SEMIPESADAS

AVALIAÇÃO DE RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS SEMIPESADAS

RESUMO – O objeto da pesquisa foi avaliar os níveis de valina digestível para determinar a relação ideal de valina/lisina digestível em rações para galinhas poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade. Foram utilizadas 270 galinhas poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, durante três períodos experimentais de 28 dias cada, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, nove repetições, cada uma composta de seis aves. Cinco diferentes relações de valina/lisina digestível foram avaliadas 84 (0,555% Val dig); 88; 92; 96 e 100%. As dietas atenderam as exigências nutricionais dos animais e a relação dos aminoácidos, exceto para valina e lisina. As relações valina/lisina digestível foram obtidas mediante a suplementação de L – Valina (98,5%) em substituição ao amido. Foram avaliados o consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), peso do ovo (g), massa de ovo (g), conversão alimentar (Kg/Dz e g/g), a qualidade do ovo (% de gema, casca e albúmen) e ganho de peso (g). O peso de ovo, qualidade interna do ovo e ganho de peso não foram influenciados pelas relações de valina/lisina digestível utilizadas. O consumo de ração apresentou efeito linear, enquanto a produção de ovos, massa de ovo e conversão alimentar (Kg/Dz e g/g) apresentaram efeito quadrático para as relações utilizadas. A relação valina/lisina digestível ideal, baseada nos parâmetros avaliados, é de 92%, que corresponde a 0,607% de valina digestível ou 567 mg/ave/dia de valina digestível.

Palavras chave: aminoácido digestível, exigência, lisina digestível, massa de ovo, produção de ovos

EVALUATION OF RELATIONS DIGESTIBLE VALINE / DIGESTIBLE LYSINE RATIOS IN DIETS FOR LAYER HENS

ABSTRACT – The object of the research was to evaluate the levels of digestible valine to determine the ideal ratio of valine/digestible lysine in rations for laying hens in the period 42-54 weeks of age. Were used 270 laying hens line Dekalb Brown during three experimental periods of 28 days each, in a completely randomized design with five treatments, nine replicates, each consisting of six birds. Five different ratios of valine / digestible lysine were evaluated 84 (0555% Val dig), 88, 92, 96 and 100%. The diets met the nutritional requirements of animals and the relationship of the amino acids except for valine and lysine. The valine / digestible lysine ratio was obtained by supplementation of L - Valine (98.5%) replacing starch. We evaluated the feed intake (g / bird / day), egg production (%), egg weight (g), egg mass (g), feed (kg/Dz and g/g), egg quality (% yolk, albumen and eggshell) and weight gain (g). The egg weight, internal egg quality and weight gain were not influenced by the valine /digestible lysine ratio used. Feed intake was affected linearly, while egg production, egg mass and feed conversion (kg/Dz and g/g) had quadratic effect for the ratios used. The ideal valine /digestible lysine ratio, based on the parameters, is 92%, which corresponds to 0.607% of digestible valine or 567 mg / bird / day of digestible valine.

Keywords: digestible amino acid, digestible lysine, egg mass, egg production, requirement

INTRODUÇÃO

A avicultura de postura, nos últimos anos, teve desenvolvimentos acentuados, aumentando consideravelmente o volume de produção, tendo hoje grande participação no consumo de alimentos pela população de vários países. O aumento na produção gera maior volume de resíduos, principalmente em áreas de maior concentração animal, e o uso de rações com desequilíbrio em nutrientes, além de diminuir a eficiência produtiva e aumentar os custos de produção, agravam os danos causados ao meio ambiente.

Recentemente, as fontes protéicas utilizadas nas dietas, as quais são as de custos mais expressivos e fonte de discussões no âmbito ambiental devido a excreção de nutrientes em excesso, vêm sendo comumente substituídas pela adição de aminoácidos industriais nas dietas.

Para a formulação de dietas com base na utilização de aminoácidos industriais e no conceito de proteína ideal, deve-se levar em conta a relação dos aminoácidos com a lisina, aminoácido referência para a formulação das rações. Com isso, o estudo das relações percentuais dos aminoácidos com relação a lisina tornou-se fundamental, para que se possa promover adequado aporte nutricional para as aves.

A valina pode ser considerada como um dos potenciais aminoácidos limitantes para galinhas poedeiras, após metionina, lisina, triptofano e treonina. O nível de valina adequado nas rações das aves é importante quando são formuladas dietas utilizando o conceito de proteína ideal, ou seja, com o balanço exato dos aminoácidos, sem deficiências ou excesso, o que resulta na redução da excreção de nitrogênio (Rostagno et al. 2005).

Pesquisas abordando as exigências de valina digestível e sua relação ideal com a lisina, para galinhas poedeiras são escassas. Além disso, os resultados obtidos na literatura são conflitantes quanto à relação ideal de valina/lisina digestível, indicando a necessidade de mais investigações sobre a exigência de valina para galinhas poedeiras. Segundo Bregendahl et al. (2008), os valores do perfil ideal de valina/lisina para poedeiras não são consistentes, variando entre a relação de 86 a 102%.

Em 1971, o National Research Council (NRC, 1971) não recomendaram a exigência diária de valina para galinhas poedeiras comerciais. No entanto, o NRC (1977) estimou a exigência de valina de 550 mg/ave/dia, e posteriormente, na edição seguinte o NRC (1984), sugeriu como exigência diária de valina para poedeiras o valor

de 600 mg. E em sua última edição, o NRC (1994) recomendou a exigência diária de valina total para poedeiras leves e semi-pesadas de 700 mg/dia, ou a relação de valina/lisina de 101%.

As Tabelas Brasileiras (Rostagno et al. 2005) recomendam para poedeiras leves e semipesadas, a exigência de 0,654 mg/dia e 0,675 mg/dia de valina digestível, respectivamente. Sugerem também uma relação valina/lisina digestível de 90% para poedeiras semipesadas. Valores semelhantes foram sugeridos por Lesson and Summers (2005), de 89%, quando trabalharam com poedeiras comerciais no período de 32 a 45 semanas de idade. Coon & Zhang (1999), recomendaram valor superior da relação valina/lisina digestível, de 102%. Bregendahl et al. (2008) trabalhando com poedeiras Hy-Line w-36, de 28 a 36 semanas de idade, e utilizando como parâmetro a massa de ovo, concluíram que o aporte diário de valina digestível necessário foi de 501 mg/ave/dia, e a relação de valina/lisina digestível de 93%.

Objetivou-se com a pesquisa avaliar níveis de valina digestível para determinar a relação ideal de valina/lisina digestível em dietas para galinhas poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações da Seção de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de novembro de 2008 a fevereiro de 2009.

Foram utilizadas para a presente pesquisa, 270 galinhas poedeiras semipesadas da linhagem Dekalb Brown, de 42 a 54 semanas de idade durante três períodos experimentais de 28 dias cada, com peso médio inicial e final de 1.722 e 1.592 gramas, respectivamente.

O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, nove repetições, cada uma composta de seis aves. Cinco diferentes relações de valina/lisina digestível foram avaliadas 84 (0.555% Val dig); 88; 92; 96 e 100% (tabela 1). As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos animais e a relação dos aminoácidos de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para valina e lisina. As relações valina/lisina digestível foram obtidas mediante a suplementação de L – Valina (98,5%) em substituição ao amido. Para

garantir que toda a lisina fosse metabolizada pelas aves e evitar o excesso desse nutriente, o nível de lisina digestível (0.660%) foi calculado para ser 93% das recomendações das Tabelas Brasileiras (Rostagno et al. 2005).

Tabela 1 - Composição centesimal das dietas experimentais

Ingredientes	Relação valina: lisina digestível na dieta (%)				
	84	88	92	96	100
Milho	69,741	69,741	69,741	69,741	69,741
Farelo de soja	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Far. De carne e ossos 45%	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Farinha de peixe 54%	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Ac. Glutâmico	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Plasma sanguíneo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Óleo de soja	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Amido	0,761	0,735	0,708	0,681	0,654
Lisina HCl, 79%	0,149	0,149	0,149	0,149	0,149
DL-Metionina, 99%	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
L- Arginina 98,5%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
L-Treonina, 98%	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
L-Triptofano 98%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
L-Valina 98,5%	0,003	0,030	0,057	0,084	0,110
L-Isoleucina 98,5%	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115
Calcário	8,800	8,800	8,800	8,800	8,800
Fosfato bicálcico	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Sal comum	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Carbonato de K	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
Mistura Mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Mistura Vitamínica ²	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110
Cloreto de Colina, 60%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Continuação da tabela 1					
Composição calculada (%)					
EM, kcal/kg.	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
Proteína bruta, %	14,812	14,812	14,812	14,812	14,812
Cálcio, %	3,951	3,951	3,951	3,951	3,951
Fósforo disponível, %	0,353	0,353	0,353	0,353	0,353
Sódio, %	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207
Potássio, %	0,584	0,584	0,584	0,584	0,584
Lisina digestível, %	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
Treonina digestível, %	0,515	0,515	0,515	0,515	0,515
Met. + Cis. digestível, %	0,620	0,620	0,620	0,620	0,620
Triptofano digestível, %	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152
Isoleucina digestível, %	0,548	0,548	0,548	0,548	0,548
Valina digestível, %	0,555	0,581	0,607	0,634	0,660
Valina Total, %	0,634	0,664	0,690	0,717	0,742
Valina Total, % ⁴	0,623	0,660	0,693	0,712	0,750

¹ Premix mineral (quantidade por kg de ração): Mn - 65 mg; Fe - 50,0 mg; Zn - 60,0 mg; Cu - 10,0 mg; I - 0,8 mg; Se - 0,3 mg.

² Premix vitamínico (quantidade por kg de ração): vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2000 UI; vitamina E - 35 UI; vitamina K3 - 1,7 mg; vitamina B6 - 2,4 mg; vitamina B12 - 12 mg; ácido pantotênico - 12,0 mg; biotina - 0,07 mg; ácido nicotínico - 35 g.

³ Butil hidroxil tolueno 99%

⁴ Composição determinada

As poedeiras foram criadas no piso em galpão aberto, sendo na 17^a semana de idade transferidas para um galpão de postura, construído em alvenaria com cobertura de telhas de barro em duas águas, pé direito de 1,8m de altura, equipado com gaiolas de postura convencional (25x45x40 cm) dispostas em duas fileiras sobrepostas e um corredor central de 1,5 m de largura entre as fileiras de gaiolas.

Durante as fases de cria, recria e produção até as 42 semanas de idade, as aves foram manejadas e receberam alimentação conforme descrito nos manuais das linhagens, porém, na fase de produção seguiu-se às recomendações de Rostagno et al. (2005) na elaboração das dietas.

A partir da 42^a semana de idade, as poedeiras foram submetidas aos tratamentos, iniciando-se o período experimental, que teve a duração de 12 semanas. As rações

foram fornecidas, diariamente, em dois horários, as 8:00 e as 17:00 horas, garantindo às aves consumo de alimento e água a vontade, durante todo o período experimental.

Todas as poedeiras consumiram a mesma ração até a 42ª semana de idade, e quatro semanas antes de começar a ministrar as rações experimentais, procedeu-se a distribuição das aves, padronizando-as por peso corporal e posteriormente por postura. O controle do peso vivo e da produção de ovos foi realizado de modo a permitir a uniformização das aves nos tratamentos.

Utilizou-se o programa de luz contínuo, sendo fornecido às aves 17 horas de luz diária e 7 horas de escuro, respeitando as recomendações de idade. As temperaturas no galpão foram monitoradas duas vezes ao dia, por três termômetros de máxima e mínima, que foram distribuídos por toda a instalação, posicionados à altura das aves (tabela 2).

Tabela 2. Temperaturas ambientais médias, mínima e máxima, registrada dentro do galpão experimental durante o ensaio.

Período	Temperaturas Médias (° C)	
	Mínima	Máxima
1º Período	19,8 (17) ¹	27,8 (35) ²
2º Período	20,8 (18) ¹	28,6 (36) ²
3º Período	21,9 (17) ¹	30,8 (35) ²
Média	21,0	29,0

¹ Menor temperatura registrada no período

² Maior temperatura registrada no período

O ensaio experimental foi dividido em três períodos, sendo cada um correspondente a 28 dias, com os seguintes parâmetros avaliados:

Consumo de ração: determinado ao término de cada período de 28 dias por meio da divisão da quantidade de ração consumida em cada unidade experimental pelo número de aves das unidades experimentais por dia. Dessa forma, o consumo foi expresso em g de ração por ave/dia. Na ocorrência de mortalidade na unidade experimental, foi descontado o consumo médio de cada ave morta para obtenção do consumo médio corrigido;

Produção de ovos: computada diariamente (duas coletas diárias realizadas às 09 e 17 h). De acordo com o número de aves alojadas por unidade experimental, foram calculadas a produção média de ovos por ave/dia;

Peso médio dos ovos: foram utilizados todos os ovos íntegros coletados nos cinco últimos dias de cada um dos três períodos de 28 dias. A média do peso dos ovos foi obtida pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados, por unidade experimental;

Massa de ovos: expresso em g por ave por dia (g/ave/dia), multiplicando-se o peso médio dos ovos no período pelo número total de ovos produzidos no respectivo período, dividido pelo número total de aves dos dias relativos a esse período;

Conversão alimentar: calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzia de ovos (kg/dz), ou produção em kg de ovos (kg/kg), em cada período;

Para obtenção dos componentes do ovo, foram avaliados a gema, o albúmen e a casca utilizando-se seis ovos de cada repetição, coletados aleatória e diariamente do total de ovos coletados nos três últimos dias de cada período. Os ovos de cada repetição e de cada dia foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,01g e, após as pesagens, foram identificados e quebrados. Obteve-se primeiramente o peso dos ovos coletados e em seguida procedeu-se a quebra do mesmo para a pesagem da gema e da casca. Para realizar a separação dos componentes dos ovos (gema, casca e albúmen), foi utilizado um separador de gemas convencional. As cascas foram lavadas, deixadas a secar e em seguida pesadas. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso total do ovo, menos o peso da casca e da gema. A gema, o albúmen e a casca foram determinados em porcentagem.

Mudança de peso: todas as poedeiras de cada repetição foram pesadas no início e no final do período experimental, para obtenção do ganho de peso médio, que foi obtido pela diferença entre as duas pesagens;

As análises estatísticas foram realizadas pelo software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - UFV (SAEG, 2007), em que o valor da relação do aminoácido em estudo foi estabelecida através das características de desempenho e de qualidade dos ovos utilizando a análise de variância, análise de regressão para as diferentes relações e o Linear Response Plateau (LRP) para as variáveis que apresentaram efeito quadrático significativo na análise de regressão. Também foi calculado 95% da quadrática e a

quadrática com plateau para as variáveis que apresentaram efeito quadrático significativo.

Portanto, a aplicação e a escolha dos modelos dependerão da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos. O pesquisador tem que conhecer os modelos, saber as vantagens e as limitações. Deve analisar seus resultados, aplicar os modelos disponíveis e optar por aquele que se ajuste melhor aos dados obtidos, para definir o nível do nutriente, conforme o objetivo da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para consumo de ração, consumo de valina, produção de ovos e peso médio do ovo são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Consumo de ração (CR), consumo de Valina (CVal), produção de ovos (post) e peso dos ovos (PO) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade, alimentadas com diferentes relações de valina/lisina digestível

Relação (%)	CR (g/ave/dia)	CVal (mg/ave/dia)	Post (%)	PO (%)
84,0	89,91	502,0	73,63	57,70
88,0	91,17	533,9	75,78	58,24
92,0	95,04	566,4	82,17	57,55
96,0	95,84	599,6	83,55	58,78
100,0	94,41	633,6	80,26	58,86
REGRESSÃO				
ANOVA	L*	--	Q*	ns
CV (%)	5,18	--	7,23	3,45

ns = não-significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; *($P \leq 0,05$); CV= coeficiente de variação.

Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) das diferentes relações de valina/lisina digestível sobre consumo de ração, que aumentaram de forma linear mostrado pela equação $Y = 62,0062 + 0,339871X$ ($R^2 = 0,70$) (tabela 3, figura 1). O consumo médio de ração (93,27 gramas) foi abaixo do fornecido e esperado (105

gramas), havendo dessa forma, menor ingestão dos aminoácidos em estudo. O baixo consumo de ração pode ter ocorrido devido às altas temperaturas registradas no interior do galpão experimental, que variaram consideravelmente durante o período do experimento, chegando a temperaturas máximas de 36 °C (tabela 2).

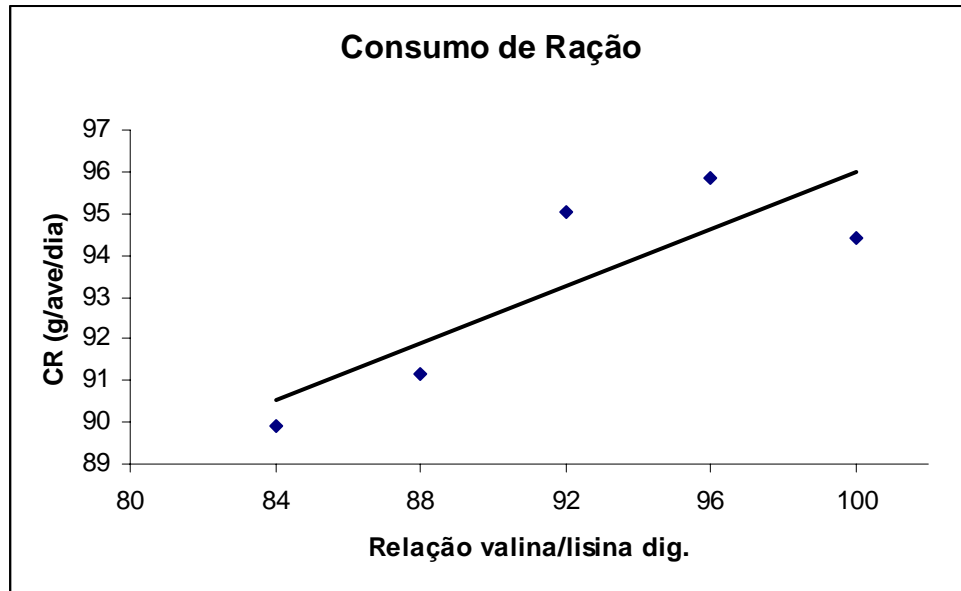


Figura 1 - Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre o consumo de ração (g/ave/dia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.

Ocorreu efeito ($P < 0,05$) das diferentes relações valina/lisina digestível na dieta sobre a produção de ovos que variou de forma quadrática pela análise de regressão, mostrado pela equação $Y = - 566,217 + 13,5524X - 0,0708015X^2$ ($R^2 = 0,87$) tendo a máxima produção de ovos com a relação de valina/lisina digestível de 95,71% ou consumo de valina digestível de 597 mg/ave/dia (figura 2). Aplicando o limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática, encontrou-se a relação ótima de 90,92%.

Na análise de LRP, observou-se como melhor relação valina/lisina digestível para produção de ovos de 91,59% com plateau estimado em 80,23% de postura ($Y = -2,555 + 0,9037X$, $R^2 = 0,93$) que correspondeu ao consumo valina digestível de 563 mg/ave/dia. Aplicando a quadrática com plateau obteve-se a melhor relação para produção de ovos de 90,28%

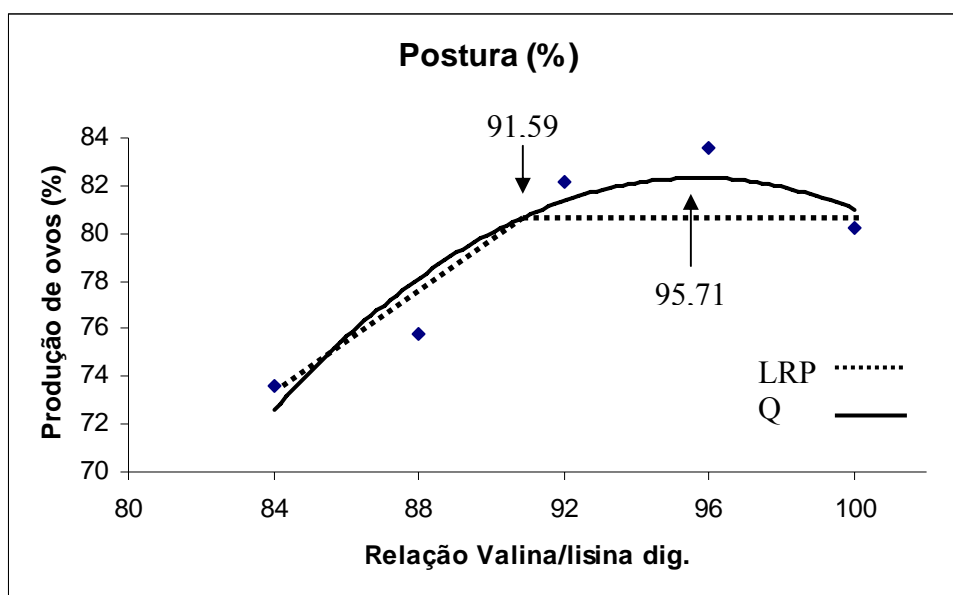


Figura 2 - Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre a produção de ovos (%) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.

A média de produção de ovos obtida foi de 79 %, valor inferior ao fornecido pelo Manual de Manejo, Dekalb Brown, para a mesma idade (88,5 %). É importante ressaltar que as dietas foram formuladas com valores subestimados da exigência de lisina digestível, uma vez que o interesse da pesquisa foi obter a melhor relação entre a valina/lisina digestível, já que após ter definido a relação entre os aminoácidos basta estabelecer a exigência de lisina para determinar a concentração da valina.

Valor superior à relação observada na presente pesquisa (92,12%), como média dos diferentes modelos estatísticos utilizados, foi observado por Bregendahl et al. (2008), quando utilizaram poedeiras semipesadas no período de 28 a 34 semanas de idade, e encontraram relação valina/lisina digestível de 102% para maior produção de ovos. Entretanto, os autores verificaram que a exigência de valina digestível foi de 493 mg/ave/dia, valor inferior ao 567 mg/ave/dia encontrado nesta pesquisa. Harms & Russel (2001), trabalhando com poedeiras Hy-Line W-36 com 39 semanas de idade, encontraram exigência de valina para produção de ovos de 592,5 mg/ave/dia.

A complexidade em estabelecer relações precisas para aminoácidos, segundo Baker et al. (2002), está na possibilidade de diferentes parâmetros a ser utilizado (como produção de ovos, massa de ovo, peso do ovo e conversão alimentar) e as análises estatísticas que podem ser utilizadas, sendo a quadrática conhecida por superestimar as relações, enquanto que o LRP por subestimar. Estes mesmos autores utilizaram a

quadrática com o plateau e demonstraram esta como uma possibilidade na determinação das relações para aminoácidos, uma vez que os valores obtidos foram próximos a 90% dos valores obtidos da quadrática.

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) das relações de valina/ lisina digestível utilizadas sobre a variável peso médio dos ovos. De acordo com os resultados, 502 mg/ave/dia de valina digestível ou a relação valina/lisina digestível de 84% são suficientes para atender a este parâmetro. Valor semelhante de relação valina/lisina digestível foi encontrado por Bregendahl et al. (2008), de 80% ou 517 mg/ave/dia de valina digestível. Harms & Russel (2001), encontraram a exigência de valina para maior peso do ovo, de 0,655% ou aporte diário do aminoácido de 677 mg/ave/dia.

Os resultados obtidos para massa de ovo, conversão por dúzia de ovos e conversão por massa de ovo são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Massa de ovo (MO), conversão alimentar por dúzia de ovo (CDZ) e conversão por massa de ovo (CMO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com diferentes relações de valina/lisina digestível

Relação (%)	MO (g/ave/dia)	CDZ (Kg/Dúzia)	CMO (g/g)
84,0	42,41	1,470	2,126
88,0	44,19	1,434	2,070
92,0	47,32	1,389	2,011
96,0	49,13	1,378	1,957
100,0	47,23	1,408	2,001
REGRESSÃO			
ANOVA	Q**	Q*	Q***
CV (%)	8,00	4,46	4,49

Q = efeito quadrático; *($P \leq 0,05$); **($P \leq 0,07$); ***($P \leq 0,08$); CV= coeficiente de variação

Houve efeito quadrático ($P < 0,07$) dos tratamentos sobre a massa de ovo quando as poedeiras foram alimentadas com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível, mostrado pela equação $Y = - 313,133 + 7,47156X - 0,0386290X^2$ ($R^2 = 0,91$), sendo a relação ótima de valina/lisina digestível de 96,71%, que corresponde ao

consumo de valina digestível de 606 mg/ave/dia (tabela 4, figura 3). Aplicando o limite de confiança de 95% para a resposta quadrática, observou-se como relação ótima de 91,87%.

Pela análise do modelo LRP, observou-se como melhor relação valina/lisina digestível o valor de 92,46%, atingindo o plateau em 47,21 g/g ($Y = - 6,64 + 0,5822X$, $R^2 = 0,98$). Comparando a equação quadrática com o plateau, encontrou-se a melhor relação para massa de ovos em 91,77%.

A relação média encontrada nesta pesquisa (93,20%), pelos diferentes modelos estatísticos para massa de ovo, estão de acordo com a relação encontrada por Bregendahl et al. (2008), que trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 28 a 34 semanas de idade, e utilizando para análise estatística o modelo Broken Line, encontraram o platô para massa de ovo quando as aves foram alimentadas com dietas contendo a relação valina/lisina digestível de 93%.

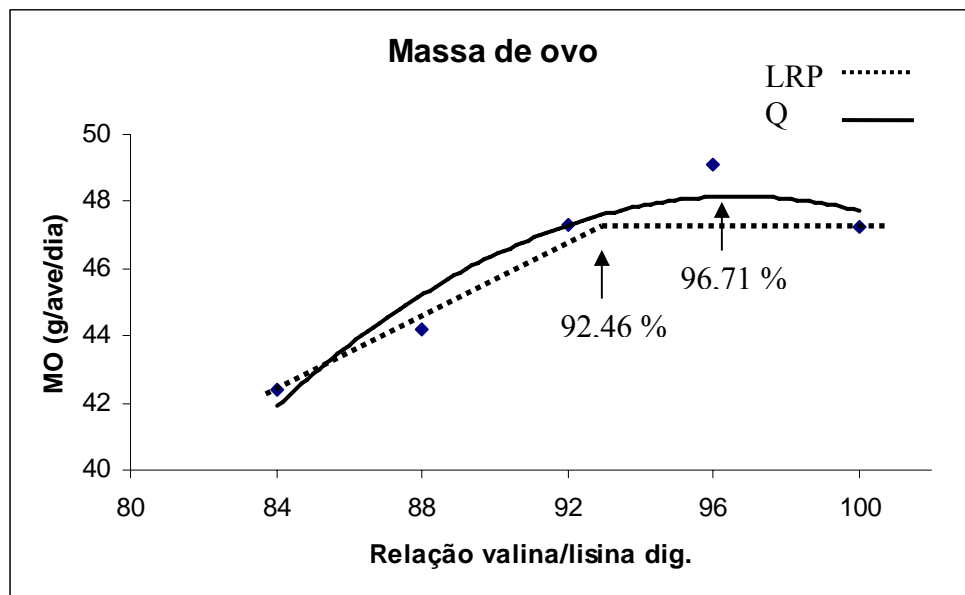


Figura 3 - Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre a massa de ovo (g/ave/dia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.

As Tabelas Brasileiras (Rostagno et al. 2005) recomendam para poedeiras semipesadas, o nível de 0,675mg/dia de valina digestível, e 0,759 de valina total/dia, com peso em torno de 1,800kg. Também recomendam uma relação valina/lisina digestível de 90% para poedeiras leves e semipesadas. Segundo o CVB (1996) a relação valina/lisina sugerida para melhor desempenho das poedeiras foi de 86%. O NRC (1994) indicou a

exigência diária de valina total para poedeiras leves e semi-pesadas de 700 mg/dia, ou a relação de valina/lisina de 101%.

A variável conversão alimentar por dúzia de ovo (Kg/Dz) apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) das diferentes relações de valina/lisina digestível utilizadas nas dietas, que variaram de forma quadrática, mostrado pela equação $Y = 8,08267 - 0,140957X + 0,000741658X^2$ ($R^2 = 0,95$), sendo a relação ótima de 94,99% (figura 4), correspondendo ao consumo de valina digestível de 591 mg/ave/dia. Aplicando o limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática, encontrou-se a relação ótima de 90,24%.

Utilizando o modelo de análise LRP, foi observado como melhor relação valina/lisina digestível o valor de 91,25% com plateau em 1,408 kg/dz ($Y = 2,14 - 0,008X$, $R^2 = 0,95$), correspondendo ao consumo de valina digestível de 560 mg/ave/dia. Confrontando a equação quadrática com o plateau, observou-se a melhor relação para conversão por dúzia de ovos produzidos de 89,52%.

Concordando com os resultados encontrados nesta pesquisa, Harms and Ivey (1993) relataram melhora no desempenho de poedeiras comerciais quando foi adicionada valina às dietas a base de milho e farelo de soja contendo metionina, lisina, treonina, arginina e treonina suplementar. Segundo os autores, as poedeiras tiveram ingestão diária de 619 mg de valina e as aves que receberam a dieta sem valina suplementar, no período de 31-34 semanas de idade, consumiram 537 mg de valina. Jais et al. (1995) trabalhando com poedeiras comerciais, encontraram como melhor relação valina/lisina, o valor de 64%.

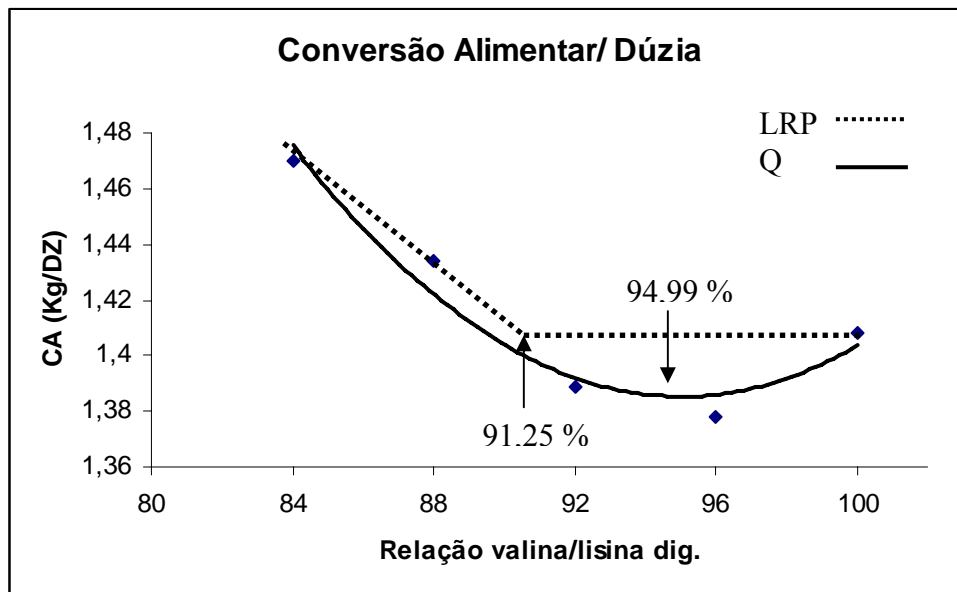


Figura 4 - Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar (Kg/dúzia) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.

Foi observado efeito significativo ($P < 0,08$) dos tratamentos sobre a conversão alimentar por massa de ovo (g/g). Observou-se pela análise de regressão efeito quadrático, mostrado pela equação $Y = 10,5446 - 0,176603X + 0,000910561X^2$ ($R^2 = 0,93$), tendo a melhor conversão com a relação 96,98% (figura 5), correspondendo ao consumo de valina digestível de 608 mg/ave/dia. Aplicando-se o limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática para o parâmetro conversão por massa de ovos, obtém-se a relação ótima de 92,12%.

Utilizando o modelo estatístico LRP, obteve-se como melhor relação valina/lisina digestível o valor de 92,84%, atingindo o plateau em 2,001 g/g ($Y = 3,3145 - 0,00141X$, $R^2 = 0,99$), que corresponde ao consumo de valina digestível de 573 mg/ave/dia. Quando foi confrontada a equação quadrática com plateau, obteve-se a melhor relação em 92,33%.

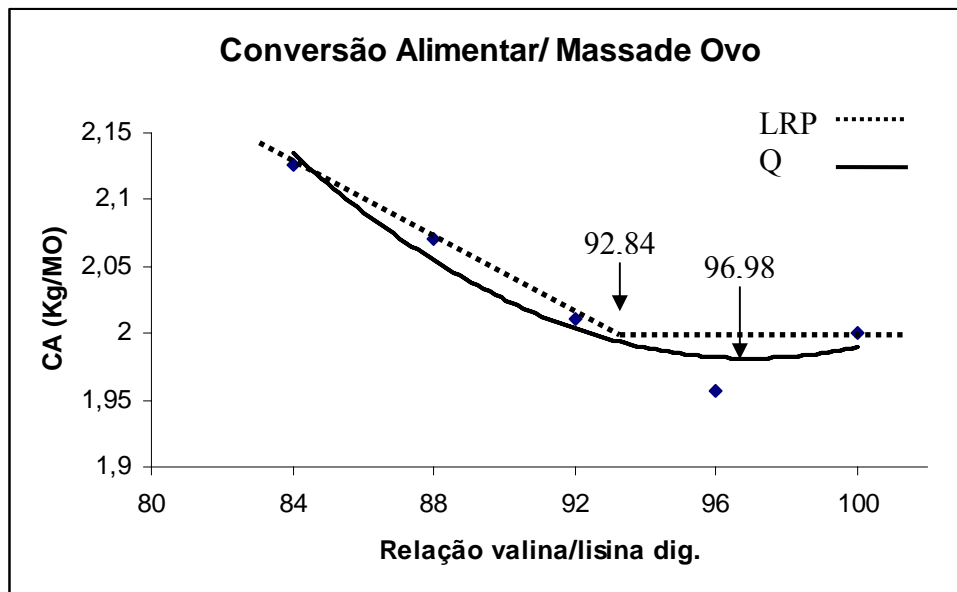


Figura 5 - Efeito da relação valina/lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar (g/g) de poedeiras semipesadas, no período de 42 a 54 semanas de idade.

O valor médio encontrado de 93,57%, pelos diferentes modelos estatísticos, para a variável conversão por massa de ovo, é inferior ao encontrado por Coon & Zhang (1999), quando trabalharam com poedeiras Hyline W-36 durante o período de 33 a 39 semanas de idade e recomendaram a relação de 102%. Entretanto, os valores estão próximos aos recomendados por Leeson & Summers (2005), quando utilizaram poedeiras de 32 a 45 semanas de idade, e encontraram a relação de 89% de valina/lisina total.

Os resultados obtidos para os parâmetros: % de gema, % de casca, % de albúmem e ganho de peso estão apresentados na tabela 5.

As dietas contendo diferentes relações de valina/lisina digestível não afetaram significativamente ($P > 0,05$) a % de gema, a % de albúmem e a % de casca (tabela 5). Sendo a relação valina/lisina digestível de 84% ou consumo de 502 mg/ave/dia de valina digestível suficiente para manter as características dos componentes do ovo. Estes resultados já eram esperados, devido que os níveis destes aminoácidos também não influenciaram no peso dos ovos.

Os resultados corroboram em parte com os encontrados por Bregendahl et al (2008), que também não encontraram efeito das relações de valina/lisina digestível sobre o conteúdo de gema e de casca. Porém, encontraram efeito significativo para

conteúdo de albúmen e ganho de peso, com a melhor relação de 123% e 106%, respectivamente.

Tabela 5 – % gema, % casca, % albúmen e mudança de peso (MP) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade alimentadas com diferentes relações valina/lisina digestível.

Relação (%)	% Gema	% Casca	% Albumem	MP
84,0	25,40	9,66	64,94	-0,196
88,0	25,83	9,58	64,59	-0,151
92,0	25,50	9,79	64,71	-0,119
96,0	25,65	9,79	64,55	-0,068
100,0	25,81	9,81	64,38	-0,119
REGRESSÃO				
ANOVA	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,32	3,82	1,34	159,7

ns = não-significativo; CV= coeficiente de variação.

Durante o período experimental, todas as aves perderam peso corporal, porém com maior intensidade, nas poedeiras que foram alimentadas com dietas com menor relação do aminoácido em estudo, sendo possivelmente consequência do maior desbalanço aminoacídico. Não foi encontrado efeito significativo ($P>0,05$), apesar da tendência de efeito quadrático sobre a variável, mas que pode ser explicado em parte pelo altíssimo coeficiente de variação.

Valor superior a exigência de 502 mg/ave/dia para o parâmetro mudança de peso nesta pesquisa, foi encontrado por Harms & Russell (2001), com o valor de 619 mg/ave/dia.

Os diferentes modelos estatísticos usados para interpretar os resultados dos experimentos de exigências nutricionais, tem levado à variações nas relações recomendadas. De acordo com Euclides & Rostagno (2001), a aplicação de cada modelo dependerá da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos, podendo haver subestimação do nível ótimo, no caso do LRP. No entanto, a função quadrática que aparentemente apresenta vantagem na determinação da exigência nutricional, por estimar o desempenho máximo possível, tem desvantagens, no sentido

de ser muito sensível às diferenças entre os níveis estudados e apresentar simetria bilateral, o que biologicamente não pode ser adequado.

A combinação dos modelos, segundo os autores, pode ser considerado como o melhor nível recomendado, mediante o uso da equação quadrática de resposta, associada ao platô. A vantagem deste modelo é que o nível ótimo encontrado não é o maior como é geralmente estimado na derivação da função quadrática, nem o menor como o observado no modelo LRP, passando a ser intermediário, no ponto de encontro entre a reta da equação e o platô (Sakomura & Rostagno, 2007).

Tabela 6 – Relação ideal de valina/lisina digestível para produção de ovos (Post), massa de ovo (MO), conversão por dúzia de ovo (CDZ) e conversão por massa de ovo (CMO), encontrada utilizando diferentes modelos estatísticos, para poedeiras no período de 42 a 54 semanas de idade.

Modelo Estatístico	Relação valina/lisina digestível (%)			
	Post	MO	CDZ	CMO
Quadrática	95,71	96,71	94,99	96,98
95% Quadrática	90,92	91,87	90,24	92,12
LRP	91,59	92,46	91,25	92,84
Plateau + Quadrática	90,28	91,77	89,25	92,33

CONCLUSÃO

Com base nos parâmetros avaliados, a relação valina/lisina digestível recomendada nas rações de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade é de 92 %, que corresponde a 0,607% de valina digestível ou 567 mg/ave/dia de valina digestível.

REFERÊNCIAS

- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T. M; et al. Ideal Ratio (Relative to Lysine) of Tryptophan, Threonine, Isoleucine, and Valine for Chicks During the Second and Third Weeks Posthatch. *Poult. Sci.* 81:485–494. 2002.
- BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A.; KERR, B.; et al. Ideal Ratios of Isoleucine, Methionine, Methionine Plus Cystine, Threonine, Tryptophan, and Valine Relative to Lysine for White Leghorn-Type Laying Hens of Twenty-Eight to Thirty-Four Weeks of Age. ***Poultry Science.***, v.87, p.744–758, 2008.
- CENTRAAL VEEVOEDERBUREAU (CVB). 1996. Amino zurenbehoefte van leghennen en vleeskuikens [Amino acid requirements for laying hens and broiler chickens]. Documentation Report nr. 18 (in Dutch), **Centraal Veevoederbureau**, Lelystad, the Netherlands.
- COON, C., ZHANG, B. Ideal amino acid profile for layers examined. ***Feedstuffs*** 71(14):13–15, 31. 1999.
- DEKALB BROWN, Recomendações técnicas de manejo na fase de produção- Dekalb Brown. Disponível em: WWW.granjaplanalto.com.br. Acessado em 15/02/09.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu. Anais... São Paulo: p.77-88, 2001.
- HARMS, R. H.; AND RUSSELL, G. B. Evaluation of Valine Requirement of the Commercial Layer using a Corn-Soybean Meal Basal Diet. *Poultry Science* v.80: p.215–218. 2001.
- HARMS, R.H., and IVEY, F.J. Performance of commercial laying hens fed various supplemental amino acids in a corn-soybean meal diet. *J. Appl. Poult. Res.* V.2 p.273-282. 1993.
- JAIS, C., ROTH, F. X.; and KIRCHGESSNER. M. The determination of the optimum ratio between the essential amino acids in laying hen diets. *Arch. Geflügelkd.* 59:292–302. 1995.
- LEESON, S., & SUMMERS, J. D. 2005. Commercial poultry production. 3rd ed. University Books, Guelph, Ontario, Canada.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 6th rev. ed.
National Academy Press, Washington, DC. 1971.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 7th rev. ed.
National Academy Press, Washington, DC. 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 8th rev. ed.
National Academy Press, Washington, DC. 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed.
National Academics Press, Washington, DC. 1994.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves:** composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, **Sistema para análise estatística e genética-** SAEG , versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

Apêndice

Experimento Treonina

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) do consumo de ração (CR) e produção de ovos (Post) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		CR (g/ave)	Signif.	Post (%)	Signif.
Relação Tre/Lis	4	3,069327	ns	123,5595	0,002
Linear	1	0,2097865	ns	210,1470	0,006
Quadrática	1	4,820411	ns	235,3806	0,004
Resíduo	39	28,457227		25,35436	
CV (%)		5,541		6,218	

ns = não significativo ($P > 0,05$), pelo teste F.

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) do peso do ovo (PO) e massa de ovo (MO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		PO (g)	Signif.	MO (g/ave/dia)	Signif.
Relação Tre/Lis	4	3,749499	ns	27,10970	0,049
Linear	1	7,885969	ns	43,75741	0,046
Quadrática	1	2,952269	ns	57,61237	0,023
Resíduo	39	3,247704		10,35021	
CV (%)		3,054		6,732	

ns = não significativo ($P > 0,05$), pelo teste F.

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) da conversão por dúzia de ovos (CDZ) e Conversão por massa de ovo (CMO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		CDZ (Kg/Dúzia ovos)	Signif.	CMO (Kg/Kg)	Signif.
Relação Tre/Lis	4	0,03813149	0,0001	0,04464108	0,0005
Linear	1	0,07215624	0,0001	0,08639695	0,0012
Quadrática	1	0,06777433	0,0001	0,0861485	0,0012
Resíduo	39	0,003425346		0,007185733	
CV (%)		4,095		4,197	

ns = não significativo ($P>0,05$), pelo teste F.

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) da porcentagem de gema (Gema) e de casca (Casca) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Gema (%)	Signif.	Casca (%)	Signif.
Relação Tre/Lis	4	0,9715372	ns	0,06219353	ns
Linear	1	1,245446	ns	0,04300709	ns
Quadrática	1	0,1204967	ns	0,2035526	ns
Resíduo	39	0,6281551		0,09814263	
CV (%)		3,119		3,216	

ns = não significativo ($P>0,05$), pelo teste F.

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) da porcentagem de albúmen (Albúmen) e da mudança de peso (MP) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Albumen (%)	Signif.	MP (g)	Signif.
Relação Tre/Lis	4	0,8113035	ns	3,387055	ns
Linear	1	0,8255796	ns	1,775686	ns
Quadrática	1	0,01082468	ns	2,202382	ns
Resíduo	39	0,08036347		16,93825	
CV (%)		1,382		110,75	

ns = não significativo ($P > 0,05$), pelo teste F.

Experimento Valina

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) do consumo de ração (CR) e produção de ovos (Post) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		CR (g/ave)	Signif.	Post (%)	Signif.
Relação Val/Lis	4	60,14767	0,052	161,0472	0,002
Linear	1	168,1114	0,010	398,2910	0,001
Quadrática	1	45,79513	ns	162,4912	0,031
Resíduo	39	23,40515		32,74482	
CV (%)		5,187		7,236	

ns = não significativo ($P > 0,05$), pelo teste F.

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) do peso do ovo (PO) e massa de ovo (MO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		PO (g)	Signif.	MO (g/ave/dia)	Signif.
Relação Val/Lis	4	3,251089	ns	65,77046	0,002
Linear	1	7,369553	ns	191,4333	0,001
Quadrática	1	0,6791466	ns	48,48207	0,065
Resíduo	39	4,046423		13,58756	
CV (%)		3,455		8,003	

ns = não significativo ($P > 0,05$), pelo teste F.

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) da conversão por dúzia de ovos (CDZ) e Conversão por massa de ovo (CMO) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		CDZ (Kg/Dúzia ovos)	Signif.	CMO (Kg/Kg)	Signif.
Relação Val/Lis	4	0,01225218	0,027	0,03876827	0,003
Linear	1	0,02893187	0,010	0,1180846	0,001
Quadrática	1	0,01766241	0,041	0,02669612	0,080
Resíduo	39	0,0039933		0,0083395	
CV (%)		4,464		4,491	

ns = não significativo ($P>0,05$), pelo teste F.

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) da porcentagem de gema (Gema) e de casca (Casca) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Gema (%)	Signif.	Casca (%)	Signif.
Relação Val/Lis	4	0,3174116	ns	0,0901131	ns
Linear	1	0,3780617	ns	0,2343036	ns
Quadrática	1	0,0021686	ns	0,00049468	ns
Resíduo	39	0,7267800		0,1381758	
CV (%)		3,325		3,822	

ns = não significativo ($P>0,05$), pelo teste F.

Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) da porcentagem de albúmem (Albúmem) e mudança de peso (MP) de poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas de idade.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Albumen (%)	Signif.	MP (g)	Signif.
Relação Val/Lis	4	0,3903552	ns	20,67002	ns
Linear	1	1,207617	ns	32,75698	ns
Quadrática	1	0,0047348	ns	33,30857	ns
Resíduo	39	0,7531102		10,65853	
CV (%)		1,343		159,7	

ns = não significativo ($P > 0,05$), pelo teste F.

Quadro 1- Temperaturas encontradas no galpão experimental – Período referente à 19/11/2008 a 16/12/2008.

1º Período						
	Termômetro 1		Termômetro 2		Termômetro 3	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
	19	32	18	33	19	33
	20	29	20	29	20	29
	20	23	19	23	19	23
	21	23	21	24	21	23
	22	30	20	29	17	24
	23	31	21	30	18	30
	21	23	21	24	21	23
	20	22	20	22	19	22
	19	32	18	33	19	33
	20	29	20	29	20	29
	20	30	19	31	19	30
	21	31	19	29	18	29
	22	30	20	29	17	24
	23	31	21	30	18	30
	23	35	20	33	19	33
	20	27	17	27	18	27
	19	28	18	29	19	29
	19	24	20	25	19	25
	20	28	20	26	20	27
	24	29	20	28	22	28
	20	30	19	31	19	30
	20	33	18	32	19	33
	19	32	18	33	19	33
	20	29	20	29	20	29
	18	24	19	24	19	24
	20	23	19	23	19	23
	21	23	21	24	21	23
	20	22	20	22	19	22
Média	20,5	28	19,5	27,5	19,2	27,4

Quadro 2- Temperaturas encontradas no galpão experimental – Período referente à 17/12/2008 a 13/01/2009.

2º Período						
	Termômetro 1		Termômetro 2		Termômetro 3	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
	20	21	19	23	20	23
	20	24	19	25	20	25
	21	26	21	26	21	26
	20	26	20	28	21	28
	23	29	21	29	21	29
	20	30	20	31	20	31
	20	30	19	30	19	30
	22	30	21	31	21	30
	22	29	21	30	22	29
	22	25	22	28	22	28
	21	26	21	26	21	26
	18	22	21	24	21	23
	18	22	19	25	19	25
	24	29	21	29	21	28
	22	28	23	29	22	29
	24	35	24	36	23	35
	22	32	22	22	21	31
	23	31	22	31	22	30
	21	30	22	30	21	29
	20	30	18	30	18	30
	20	18,5	20	25	19	25
	20	29	19,5	28	20	28
	19	29	18	30	18	29
	22	32	21	32	22	32
	23	31	22	30	22	30
	20,5	31,5	20,5	31	21	30
	20	33	20	33	19	32
	26,5	33	21	33	20	33
Média	21,2	28,3	20,6	28,8	20,6	28,7

Quadro 3- Temperaturas encontradas no galpão experimental – Período referente à 14/01/2009 a 10/02/2009.

3º Período						
	Termômetro 1		Termômetro 2		Termômetro 3	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
	20	32,5	21	34	20	32,5
	17	31	18,5	32	18	31
	23	31	21	31	21	30
	26	30	29	31	27	31
	26	32	26	32	26	31
	24	31	22	32	22	31
	23	29	24	30	23	29
	23,5	29,5	24	30	23	29
	22	28	22	28	23,5	28,5
	20	28	20	28	21	28
	20	26	20	27	20	26
	22	27	21	28	21	27
	24	28	21	28	21	28
	21	28	21	28	21	28
	23,5	27	21,5	27	22	27
	23	31	22	31	22	30
	20	32,5	21	32	21	31
	23	35	22	35	22	34
	24	34	20	35	21	35
	22	33	21	32	22	32
	23	31	21	31	22	30
	23	32	21	31	21	30
	23	32	21	33	21	32
	20	33	20	34	20	33
	23	33	22	33	22	32
	18	33	21	33	22	32
	23	33	21	34	22	32
	24	32	22	32	22	31
Média	22,3	30,8	21,7	31,1	21,8	30,4